Konstruktions-Zeichnen

Praktische Ratschläge

Mitteilungen und Methoden

von

Otto Schulz

Verlag von Hachmeister & Thal, Leipzig, Inselstr. 20.

Konstruktion und Berechnung
elektrischer Maschinen und Apparate

Erläutert durch Beispiele
Mit zahlreichen Abbildungen im Text, 28 Konstruktions- und 5 Kurventafeln, bearbeitet von
Robert Weigel, Ingenieur

STACK 3 ANNEX

№ 4068.125

GIVEN BY

Zeilik Chaskel.

Projektierung und Bau
elektrischer Maschinen- und Schaltanlagen

Praktisches Handbuch für Techniker, Betriebsleiter, Maschinisten und Projekteure elektrischer Anlagen
Gemeinverständlich bearbeitet von
G. Sattler, Ingenieur
Mit 166 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel
Preis elegant gebunden ℳ 5.50

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Boston Public Library

http://www.archive.org/details/konstruktionszei00schu

H. A. Reinhardt

Konstruktionszeichnen

Praktische Ratschläge,

Mitteilungen und Methoden

von

Otto Schulz
Ingenieur

4068.125

Mit 38 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel

LEIPZIG
Verlag von Hachmeister & Thal
1908

Alle Rechte, besonders das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen und der Vervielfältigung der Abbildungen vorbehalten.

Vorwort.

»Die Zeichnung ist die Sprache des Technikers.« Insbesondere hat die sogenannte Konstruktions- oder Werkstattzeichnung den Zweck, dem ausführenden Techniker, dem Handarbeiter, die Gedanken und Vorstellungen des entwerfenden Technikers, des Konstrukteurs, zu übermitteln. Und die sachgemäße Ausführung solcher Konstruktionszeichnungen zu lehren oder wenigstens praktische Winke dafür zu geben, ist der Zweck des vorliegenden Büchleins.

Auf Grund praktischer Erfahrungen habe ich dasselbe absichtlich so wenig umfangreich wie irgend tunlich gestaltet, indem ich mich auf den ganz speziellen Gegenstand der Konstruktionszeichnung beschränkt und auch darüber nur das nach meiner Erfahrung unbedingt Notwendige gesagt habe, und auch dieses so knapp, aber so klar und übersichtlich wie möglich. Über naheliegende Nebenthemen habe ich nur ein paar nützliche Erfahrungen, gewissermaßen Voraussetzungen des Konstruktionszeichnens, zum besten gegeben. So über das Handwerkszeug und über Vorlagen.

Abgesehen habe ich insbesondere von der Erörterung der zahlreichen Variationen und Unterschiede, die in der Praxis bei der Anfertigung von Konstruktionszeichnungen angetroffen werden und hier notwendigenfalls leicht erlernt werden. Habe mich auch enthalten, durch einseitige Vorschläge für Vereinheitlichung auf diesem Gebiete zu wirken, weil ich glaube, daß eine solche nur Sache einer möglichst vielseitigen Kommission sein kann, wie sie etwa der »Verein deutscher Ingenieure« oder der »Elektrotechnische Verein« für ähnliche Angelegenheiten schon mehrfach mit schönem Erfolge eingesetzt haben. Ich habe mich darauf beschränkt, einfach die wichtigsten allgemeinen und allgemein anerkannten Grundsätze darzulegen.

Für Spezialwünsche und Ansichten meiner werten Leser, sowie für etwaige Ergänzungen ist auf den beigehefteten, weißen Blättern Raum gelassen.

Besonderen Wert habe ich gelegt auf die Erläuterung einer zweckmäßigen Methode beim Konstruieren, die man selbständig und ohne Anleitung gar nicht oder erst in mehrjähriger Praxis erlernt.

Ferner auf die Veranschaulichung des richtigen Maßeinschreibens, weil gerade diese für die Praxis so wichtige, aber von dem Anfänger so schwer zu erlernende Tätigkeit bisher in keinem mir bekannten Vorlagenwerke nach Gebühr berücksichtigt worden ist. Ich habe geglaubt, diesem Zwecke am besten zu dienen durch wirklich vollständige, werkstattmäßige Zeichnungen, bei denen mehr auf typische Einfachheit als auf Vielseitigkeit und absolute Modernität gesehen ist. Denn daß der angehende Techniker richtig, den Anforderungen der Praxis gemäß, zeichnen könne, das scheint mir richtiger als die Beherrschung aller möglichen Variationen der verschiedenen Maschinenelemente.

Wenn ich außerdem noch die einfacheren Elemente, die auf den Schulen meist zuerst gezeichnet werden, bevorzugt habe, so geschah das, weil bekanntlich der Anfang immer das Schwerste ist und dementsprechend, wie ich aus Erfahrung weiß, die ersten einfachen Maschinenelemente dem Lernenden stets ungleich größere Schwierigkeiten machen als die später gezeichneten komplizierteren.

Muß ich noch versichern, daß in dem Büchelchen kein Rat gegeben, keine Methode empfohlen ist, die nicht praktisch erprobt, kein Fehler gerügt (auch die fehlerhaften, durch Buchstaben a gekennzeichneten Gegenbeispiele sind keine Phantasiegebilde), der mir nicht im Unterricht oder in der Praxis vorgekommen wäre?

Verbindlichen Dank noch den Firmen, die mich durch freundliche Überlassung von Unterlagen für einen Teil der Abbildungen unterstützt haben.

Schlachtensee b/Berlin,
im Januar 1908.

Otto Schulz.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Das Handwerkszeug 1

II. Zweck und Wesen der Konstruktionszeichnung 3
1. Der Zweck der Konstruktionszeichnung 3
2. Die Darstellung des Gegenstandes (Ansichten, Schnitte usw.) 3

III. Die Ausführung der Konstruktionszeichnung 6
1. Die Methode beim Konstruktionszeichnen 6
a) Einleitung und Übersicht. (Der Nutzen einer richtigen Methode). 6
b) Die Vorskizze 8
c) Die Entwurfszeichnung 9
d) Die mechanische Berechnung 14
e) Die Bleistiftzeichnung 16
f) Das Ausziehen und Pausen 20
2. Wichtige Einzelheiten der Konstruktionszeichnung . . 22
a) Normalisierte Elemente. (Niete, Schrauben, Hähne usw.) 22
b) Die Maße 24
α) Welche Maße sind einzuschreiben? . . . 24
β) Wie sind die Maße einzuschreiben? . . . 27
γ) Die Maßzahl 28
δ) Die Maße bei normalisierten Elementen . 30
c) Die Materialandeutung 31
d) Der Maßstab 33
e) Die schriftlichen Ausführungen 34
3. Die verschiedenen Arten der Konstruktionszeichnung 35
a) Die Detailzeichnung 35
b) Die Gesamtzeichnung 37
c) Die Fundamentzeichnung 40
d) Die Maßzeichnung 43
e) Die Dispositionszeichnung 43

IV. Vorlagen 46
Notwendigkeit und Nutzen von Vorlagen 46
1. Ausführungen der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau (Fig. 16—22) . . . 47—49
2. Ausführungen der Maschinenfabrik von Carl Rüttger, Berlin (Fig. 23—27) . . . . . 50—52
3. Ausführungen von Friedrich Stolzenberg & Co, Spezialfabrik für Zahnräder, Reinickendorf-Berlin (Fig. 28—31) 53
4. Ausführungen der Maschinenfabrik von Vogel & Schlegel, Dresden-Plauen (Fig. 32—34) . . . . 54—56

Verzeichnis der Abbildungen.

Seite

Fig. 1. Vorskizze eines Stehlagers 7
2. Entwurfszeichnung einer Dynamomaschine 10
3. Nietverbindung 13
3a. » (Gegenbeispiel) 13
4. Fundamentanker 15
4a. Kopfschraube (Gegenbeispiel) 15
5. Scheibenkupplung 18
5a. » (Gegenbeispiel) 19
6. Stehlager 20/21
7. Dampfdynamo-Welle 23
8. Stopfbuchse 25
9. Zahnrad 28
10. Materialangaben 32
11. Gesamtzeichnung 38
11a. » (Gegenbeispiel) 37
12. Maßzeichnung 39
13. Fundamentzeichnung 41
14. » 42
15. Dispositionszeichnung 45
16. Sellers-Sparlager (Maßzeichnung) 47
17. » (Schaubild) 47
18. Stehlager 48
19. » 48
20. Sellers-Kupplung 48
21. Reibungskupplung nach Dohmen-Leblanc 49
22. » » » 49
23. Sellers-Lager 50
24. » mit Ringschmierung 50
25. Hängelager 51
26. Klemmkupplung nach Reiche 51
27. Riemenscheibe 52
28. Stirn- und Zahnstangen-Getriebe 53
29. Kegelräder 53
30. Schnecken-Getriebe 53
31. Schraubenräder 53
32. Reibungskupplung nach Benn 54
33. Seilscheibe und Reibungskupplung 55
34 Klemmkupplung nach Shaw 56

I. Das Handwerkszeug des Konstrukteurs.

Der Grundsatz, daß immer das Beste das Billigste sei, gilt auch für das Handwerkszeug des Konstrukteurs. Es ist nämlich selbst für den geübten Zeichner fast unmöglich, für den Anfänger natürlich erst recht, mit schlechtem Handwerkszeug gute Zeichnungen anzufertigen. Schlechtes Handwerkszeug verursacht immerwährend Mängel, Zeitverlust, Mühe, Verdruß, also indirekte Unkosten, und schließlich, wenn diese zu Neuanschaffungen treiben, auch direkte Unkosten.

Man kaufe darum nicht aus falscher Sparsamkeit schlechtes Handwerksgerät.

Diese Mahnung gilt in erster Linie für des Konstrukteurs wichtigstes und im allgemeinen teuerstes Gerät, **das Reißzeug.** Gerade hier begehen Anfänger oft den Fehler, daß sie in dem falschen Glauben, anfangs mit einem billigen Reißzeug auskommen zu können, ein solches kaufen, um gar bald ihren Irrtum einzusehen und noch ein besseres Reißzeug dazu zu kaufen, wobei sie dann außer unnötigen Kosten noch die Unannehmlichkeit haben, sich wieder an ein anderes Reißzeug gewöhnen zu müssen, was lästiger ist, als der Unerfahrene glauben mag.

Man kaufe also von vornherein ein anerkannt gutes Reißzeug.

Kann man nicht sogleich eine größere Ausgabe dafür machen, so kaufe man sich vielleicht zunächst in einem Futteral, das für ein größeres Reißzeug bestimmt ist, die allernotwendigsten Stücke und ergänze diese nach und nach, natürlich durch Stücke desselben Systems. Als allernotwendigste Stücke wären wohl zu bezeichnen:

1. ein Einsetzzirkel mit Knie und Bleistift- und Ziehfedereinsatz, nebst Verlängerungsstange;
2. ein Stechzirkel;
3. eine Ziehfeder.

Später kämen dazu

4. ein Nullenzirkel;
5. ein Teil- oder Haarzirkel, möglichst mit Mikrometerschraube.

Mit diesen fünf Stücken bin ich im Maschinenbau ausgekommen.

Die für den Zirkel (1) bestimmte Einsatzziehfeder in einen Stiel zu stecken und auch für gerade Linien zu benutzen, um die Ziehfeder (3) zu sparen, ist nicht zu empfehlen, weil die Feder durch das einseitige Ziehen einseitig abgeschliffen wird, so daß sie im Zirkel nicht mehr nach beiden Richtungen zieht.

An die Zirkel sind insbesondere folgende Anforderungen zu stellen. Sie dürfen nicht federn, müssen vorzügliche Scharniere besitzen und möglichst auswechselbare Spitzen, da diese, wenn sie durch Herabfallen beschädigt werden, leicht ersetzbar sind, was ich dem Anschleifen vorziehe. Die Zentrumsspitze des Einsatzzirkels muß mit Ansatz versehen sein, damit sie nicht große Löcher ins Papier bohrt.

Von **Bleistiften** verwende man ebenfalls nur die besten Fabrikate (die allerdings heute noch nicht für 10 ₰ pro Stück zu haben sind, sondern noch mindestens das Doppelte kosten, wie für den Unerfahrenen bemerkt sei). Mit einem guten Bleistift läßt sich einmal besser zeichnen als mit einem schlechten, dann wird er tatsächlich billiger als dieser, da er sich weniger abnutzt, insbesondere weniger leicht bricht. Man kann endlich bei Benutzung besten Materials ganz gut mit ein oder zwei Härten, z. B. Koh-J-Noor HHH und HHHH, auskommen, wobei für feine Zeichnungen in kleinerem Maßstabe und für alle Mittellinien die härtere Sorte zu verwenden ist.

Die Bleistiftspitze, die mittels Feile oder Glaspapier oder Bimsstein hergestellt wird, kann flach oder kegelförmig sein. Für den einen Zweck ist die flache, für den anderen die kegelförmige Spitze besser. Man versehe vielleicht den härteren Bleistift mit flacher, den weicheren mit kegelförmiger Spitze.

Für **Tusche und Farben** nur die wiederholte Mahnung: Bestes Fabrikat! da auch hier Minderwertigkeit nur Verdruß und Zeitverlust bringt.

In bezug auf **Schiene und Winkel** nur ein paar Ratschläge für die Handhabung, die bei Anfängern oft recht verkehrt ist. Die Schiene ist stets links am Reißbrett anzulegen, nicht rechts oder oben oder unten. Alle Vertikallinien sind mit Hilfe des Winkels zu zeichnen, und zwar in der Richtung von unten nach oben; alle Horizontallinien an der Schiene von links nach rechts. Es ist dem Anfänger dringend zu raten, sich früh an diese Arbeitsmethode zu gewöhnen, denn im Bureau der Praxis, wo z. B. für eine uneingeschränkte Handhabung der Schiene kein Platz ist, wird er es später doch müssen. Und es ist bekanntlich recht schwer, eingewurzelte Gewohnheiten abzulegen.

Überhaupt sei hier dem Anfänger aus diesem Grunde die frühe Gewöhnung an später noch zu gebende Regeln ein für allemal dringend empfohlen.

II. Zweck und Wesen der Konstruktionszeichnung.

1. Der Zweck der Konstruktionszeichnung.

Die Konstruktionszeichnung hat den Zweck, dem ausführenden Maschinenbauer, dem Arbeiter, die Gedanken und Vorstellungen des entwerfenden Maschinenbauers, des Konstrukteurs, zu übermitteln. Durch die Konstruktionszeichnung, die der Konstrukteur auf Grund seines Gedankenbildes anfertigt, soll der ausführende Arbeiter instand gesetzt werden, jenes Gedankenbild in greifbare Wirklichkeit umzusetzen, es in Material, Eisen, Stein, Holz usw. nachzuformen, und zwar nicht ungefähr, sondern genau so, wie der Konstrukteur es sich vorstellt. Ein ungefähres Nachbilden würde auch möglich sein auf Grund mündlicher Mitteilungen, ein ganz genaues Nachbilden in den meisten Fällen nur auf Grund einer sogenannten Konstruktionszeichnung. In diesem Sinne hat man die Zeichnung die Sprache des Technikers genannt.

Die Konstruktionszeichnung soll nun aber auch dieses Nachbilden gleich ohne jede mündliche Verhandlung, ohne ein einziges erläuterndes Wort ermöglichen. Wohlgemerkt ohne ein einziges gesprochenes Wort; denn auf die Zeichnung geschriebene kurze, erläuternde Zusätze sind nicht nur erlaubt, sondern notwendig und nützlich. Doch um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier gleich auf den folgenden und den Abschnitt »Schriftliche Ausführungen«, S. 5 und 34, hingewiesen.

Eine Konstruktionszeichnung, die ihren Zweck wirklich erfüllen soll, muß dann offenbar über jede kleinste Einzelheit des dargestellten Gegenstandes Aufschluß geben und zwar nicht bloß über sein Aussehen, seine Form, sondern im Gegensatz zu sonstigen Abbildungen auch über seine räumliche Größe, seine Dimensionen, gemessen in einer bestimmten Maßeinheit, und über das Material, aus dem er besteht; kurz sie muß in der bezeichneten Hinsicht so gut sein wie der Gegenstand selbst. Aus diesem Zweck der Konstruktionszeichnung folgen nun bestimmte Grundsätze für ihre Anfertigung.

2. Die Darstellung des Gegenstandes.

Durch die Konstruktionszeichnung wird der Gegenstand in senkrechten Projektionen dargestellt (die Grundsätze des Projektionszeichnens selbst brauchen und können hier nicht

erläutert werden). Dabei sind die Projektionsrichtungen in bezug auf den Gegenstand selbst (zur Bildebene) so zu wählen, daß durch möglichst wenig Projektionen eine erschöpfende Darstellung gegeben wird. Denn das ist oberste Bedingung: Jedes Detail des Gegenstandes, jede Kante, jede Ecke muß in der Zeichnung klar und deutlich, richtig und meßbar zur Darstellung kommen. (Meßbar übrigens nur für den Konstrukteur; der Arbeiter soll an der Zeichnung nicht messen, sondern nur nach der vom Konstrukteur gemessenen und eingeschriebenen Maßzahl sich richten.)

Meist wird man (bei Anwendung der gleich zu erläuternden Schnitt- und Punktiermethode) mit drei Projektionsrichtungen, Aufriß-, Seitenriß- und Grundrißrichtung, auskommen (siehe Fig. 6). Ansichten von unten oder von rückwärts richten meist nur Verwirrung an und lassen sich wohl immer durch punktierte Linien ersetzen.

Nämlich solche Kanten des Körpers, die man beim Blick in einer bestimmten Projektionsrichtung nicht sieht, da sie entweder hinten oder im Innern des Gegenstandes liegen, kann man doch darstellen, indem man sie punktiert, richtiger strichelt (siehe die Abbildungen). Aber man strichelt Linien nur, wenn sie anders garnicht oder nur schwierig zur Darstellung gebracht werden können oder wenn das Bild dadurch deutlicher wird; nicht jede unsichtbare Linie wird gestrichelt. Denn zuviel gestrichelte Linien in einer Zeichnung sind ein Nachteil, sie machen die Zeichnung undeutlich und unruhig, wie Fig. 11a geradezu drastisch beweist.

Ein anderes Hilfsmittel, um für gewöhnlich unsichtbare Teile des Gegenstandes zur Darstellung zu bringen, sind die Schnitte. Man denkt sich den Gegenstand an geeigneten Stellen durchschnitten und zeichnet eine der erhaltenen Schnittflächen als Ansicht. Diese Methode ist vorzüglich geeignet, auch das Innere eines komplizierten Gegenstandes, das für gewöhnlich unsichtbar ist, erschöpfend darzustellen. Und wenn man die Lage der Schnitte mit gewissenhafter Überlegung wählt, sie gerade so führt, daß möglichst viel Einzelheiten getroffen und sichtbar werden, dann ist oft schon ein einziger Schnitt in einer bestimmten Projektionsrichtung ausreichend. Jedenfalls ist die Anzahl der zu zeichnenden Schnitte allein bedingt durch die Forderung, daß jede Einzelheit dargestellt werde.

Bei symmetrischen Gegenständen lassen sich häufig Ansicht und Schnitt vereinigen, indem man den Gegenstand halb in Ansicht, halb im Schnitt zeichnet (siehe Fig. 6). Auch braucht ein Schnitt nicht immer geradlinig, sondern kann nach einer gebrochenen Linie ausgeführt werden.

Man schneide also nie gedankenlos darauf los, sondern überlege sorgfältig, wie man einen Schnitt vorteilhaft führt.

Überlegung beim Schneiden bringt Arbeit- und Zeitersparnis und trägt außerdem dazu bei, eine einfache, klare Zeichnung zu liefern.

Nie im Schnitt (Längsschnitt) gezeichnet werden Schrauben, Wellen, Bolzen, kleinere Muttern, Rippen, Scheidewände, Radzähne, Radarme, also Elemente, deren Längsschnitt eben nichts Neues sagt. Wohl aber werden diese Elemente zum Teil, z. B. Schrauben, Wellen, Rippen, Radarme, im Querschnitt gezeichnet.

Alle diese Gebräuche gehen aus den beigegebenen Zeichnungen, auch aus sonstigen Vorlagenwerken ohne weiteres hervor und sei deshalb darauf verwiesen.

Bei der Anordnung der einzelnen Projektionsbilder ist strengste Konsequenz notwendig; man darf nicht bald so, bald so »geklappt« denken. Wo nicht eine bestimmte Methode unzweifelhaft vorgeschrieben oder ein Irrtum unmöglich ist, empfiehlt es sich, kurze erläuternde Zusätze anzubringen. Z. B. »Ansicht von A«, wobei durch einen Pfeil und Buchstaben A die Blickrichtung unzweifelhaft festgelegt wird (Fig. 8); oder »Ansicht von A, Deckel abgenommen«, wobei man sich ein verhüllendes Detail, z. B. einen Lagerdeckel abgenommen denkt (Fig. 6); oder »Schnitt a b«, wobei der Schnitt in irgend einem Ansichtsbilde durch eine Linie mit den Buchstaben a b anzudeuten ist (Fig 6, wo die Mittellinie zugleich Schnittlinie); diese genaue Bezeichnung des Schnittes ist besonders angebracht bei gebrochenen Schnitten, wo dann natürlich immer mindestens drei Buchstaben notwendig sind. Man scheue sich nicht vor derartigen kurzen Zusätzen; sie machen fast gar keine Arbeit, können aber zur Vermeidung von Irrtümern sehr viel beitragen. Geradezu notwendig sind sie bei einseitig an symmetrischen Elementen anzubringenden Teilen, wie Nocken, Hähnen, Ölständen usw., die in der Werkstatt nicht selten verkehrt angebracht werden, zum großen Schaden aller Beteiligten.

Details eines Gegenstandes, die in keiner Hauptansicht oder keinem Schnitt richtig, d. h. meßbar zur Darstellung kommen, insbesondere schräg liegende Teile, sind besonders herauszuzeichnen, also für sich in Nebenzeichnungen (auf dem Hauptblatt) oder auch in besonderen Detailzeichnungen darzustellen. Beachtet man nur die Grundregel: Jede Einzelheit richtig, meßbar darstellen! dann wird man stets erkennen, welche Teile in der angedeuteten Weise zu behandeln sind.

Bewegliche Teile sind außer in einer Lage, wo sie richtig, meßbar dargestellt werden können, noch in ihren äußersten Lagen zu zeichnen (und zwar gestrichelt oder strichpunktiert), damit man erkennt, ob auch für ihre Bewegung Platz ist.

III. Die Ausführung der Konstruktionszeichnung.

1. Die Methode beim Konstruktionszeichnen.

a) Einleitung und Übersicht.

Viel unnütze Arbeit und viel Verdruß kann man sich ersparen und eine gute, elegante Konstruktionszeichnung in kurzer Zeit herstellen, wenn man dabei eine zweckmäßige und logische Methode befolgt. Das geschieht aber durchaus nicht immer. Oft wird, und nicht bloß von Anfängern, eine Konstruktionsaufgabe z. B. folgendermaßen in Angriff genommen. Ein vermutlich genügend großes Blatt wird auf das Zeichenbrett gespannt und dann ohne irgend welche Vorarbeit frisch und fröhlich darauf losgezeichnet. Natürlich kommt da nachher im Verlauf der Arbeit manches anders, als man sichs gedacht. Oft ist das Blatt zu klein, oder es ist an sich groß genug, aber die Zeichnung fällt an einigen Stellen über das Blatt hinaus und läßt anderseits unnötig Raum frei. Und dann die leidigen Korrekturen! Ganze große Partien der Konstruktion müssen wieder ausradiert werden, weil die Konstruktion vorher nicht genügend durchdacht und durchgearbeitet war.

Die richtige Methode ist vielmehr folgende:

Ehe man überhaupt auch nur einen Handgriff an der eigentlichen Konstruktionszeichnung tut, fertige man auf Grund der voraufgegangenen, grundlegenden physikalischen Berechnungen eine freihändige Vorskizze des zu konstruierenden Gegenstandes. In Fig. 1 ist eine Vorskizze zu einem Stehlager gegeben. Näheres darüber soll im nächsten Abschnitt gesagt werden. Diese Vorskizze, die eine erste allgemeine Übersicht über die zu fertigende Zeichnung schafft, sollte eigentlich von jedem Gegenstande, sofern er nicht elementar einfach ist, angefertigt werden.

Von komplizierteren Gegenständen, insbesondere von ganzen Maschinen, die aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt sind, fertige man außer der freihändigen Vorskizze noch eine maßstäbliche, möglichst naturgroße Entwurfszeichnung mit Zirkel und Schiene. Diese Entwurfszeichnung, deren Ausführung unten (im Abschnitt c) ebenfalls näher beschrieben und durch Fig. 2 veranschaulicht ist, dient neben der Er-

leichterung der Konstruktion vor allem dazu, die Abhängigkeit der einzelnen Elemente, wie Lager, Räder, Achsen usw. voneinander zu ermitteln. Sie ist bei komplizierten Maschinen

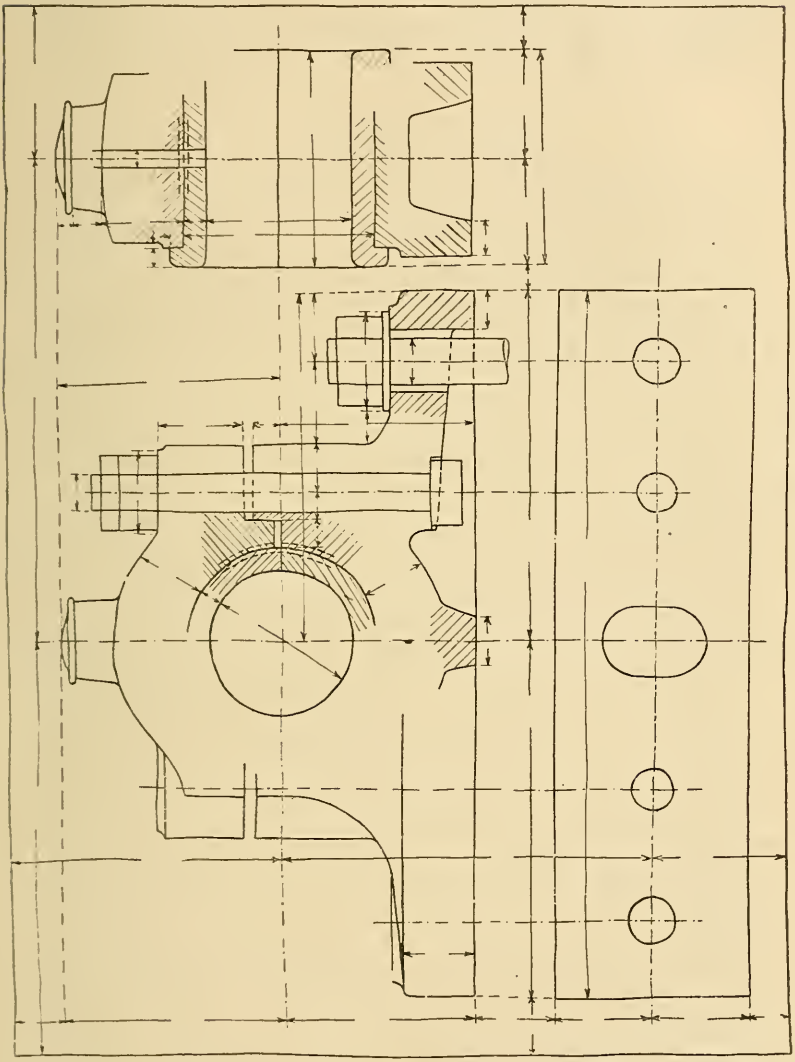


Fig. 1. Vorskizze eines Stehlagers.

einfach unerläßlich. Wohl aber kann bei Anfertigung einer Entwurfszeichnung die Vorskizze einfacher gehalten werden.

Gleichzeitig mit der Vorskizze oder Entwurfszeichnung sind an Hand derselben die nötigen mechanischen, insbesondere

Festigkeitsrechnungen vorzunehmen. Auch darüber unten noch einiges.

Erst wenn man sich durch diese Vorarbeiten über die Konstruktion vollständig klar geworden ist, sollte man an die eigentliche Konstruktionszeichnung gehen. Die Methode scheint vielleicht umständlicher, als sie in Wirklichkeit ist. Sie ist erprobt und bedeutet Zeit- und Arbeitsersparnis.

b) Die Vorskizze (Fig. 1).

Die Vorskizze soll, wie bereits gesagt, einen ersten allgemeinen Überblick über die zu fertigende Konstruktionszeichnung geben. Sie soll deshalb in ihrer Art und Anlage der späteren Konstruktionszeichnung entsprechen, braucht aber nicht unbedingt maßstäblich zu sein, obwohl sich die ungefähre Maßstäblichkeit wenigstens bei wichtigen Partien der Konstruktion empfiehlt. Bei welchen, erlernt man leicht bei praktischer Anwendung der Methode. Vor allem aber braucht die Vorskizze nicht jede einzelne Linie der korrekten Konstruktionszeichnung zu enthalten, sondern nur die charakteristischen, für eine allseitige Übersicht und volle Erfassung des Gegenstandes unbedingt notwendigen. Ein einzelnes Detail braucht oft nur halb oder viertel, oder wohl auch nur mit einer Ecke, einer Linie angedeutet zu werden. Auch hierin führt praktische Anwendung bald zum Verständnis.

In die Vorskizze sind ferner einzutragen sämtliche Mittellinien und die wichtigeren Maße, besonders die irgendwie berechneten und solche Außenmaße, die zur Bestimmung des Raumes dienen, der von der Zeichnung eingenommen wird.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei darauf hingewiesen, daß die Methode des Maßeinschreibens bei der Vorskizze, die ein Hilfsmittel des Konstrukteurs ist, naturgemäß eine andere ist als bei der eigentlichen Werkstattzeichnung. Die Vorskizze enthält, wie die Skizzen in Kalendern und Vorlagenwerken meist, solche Maße, wie der Konstrukteur braucht, die Werkstattzeichnung hingegen, wie später noch eingehend ausgeführt wird, solche Maße, wie der ausführende Arbeiter braucht.

Ein Vergleich der Fig. 1 mit der Fig. 6, Vorskizze und zugehörige Werkstattzeichnung, dürfte den Unterschied völlig klar machen.

Eine derartige Vorskizze, die mit wenig Mühe und Zeitaufwand angefertigt werden kann, erleichtert das regelrechte Aufzeichnen des Gegenstandes außerordentlich. Außerdem kann man an Hand derselben bereits übersehen, welche Ansichten, Schnitte, Nebenzeichnungen usw. notwendig werden, kann diese zweckmäßig anordnen und auf dem Blatt verteilen

und leicht den Raumbedarf für die ganze Konstruktion bestimmen. Insbesondere kann man mit Hilfe der Vorskizze leicht die Lage der Hauptmittellinien genau festlegen, die ja beim regelrechten Aufzeichnen des Gegenstandes zuerst zu ziehen sind. In welcher Weise das geschehen kann, ist aus Fig. 1 ebenfalls ohne weiteres ersichtlich.

c) Die Entwurfszeichnung (Fig. 2).

Die Entwurfszeichnung soll in erster Linie bei komplizierteren Maschinen die Abhängigkeit der einzelnen Elemente voneinander ermitteln helfen. Ihr Zweck wird am besten gekennzeichnet, wenn ich das falsche, sogar von alten Praktikern geübte Verfahren andeute, dessen Fehler sie verhütet. Ich lege meinen Ausführungen am besten einen konkreten Fall zugrunde und wähle eine elektrische Gleichstrommaschine mit einem aus Eisenblechen bestehenden Magnetsystem, in dessen Nuten die Magnetwicklung verteilt ist. Eine derartige Maschine, die einer asynchronen Wechselstrommaschine äußerlich bis auf den Kollektor ähnelt und gewissermaßen als Grundtype der elektrischen Maschinen angesehen werden kann, ist für unsere Zwecke besonders instruktiv und ist zudem in mechanischer Hinsicht so einfach, daß auch der Nichtelektrotechniker die Konstruktion aus unserer Zeichnung ohne weiteres verstehen kann.

Grundlegend für die konstruktive Durchbildung einer derartigen Maschine sind die hohlzylinderförmigen aktiven Eisenblechpakete A und B, deren Abmessungen die elektromagnetische Berechnung ergeben hat. Und zwar ist zunächst das äußere Gehäuse oder der Ständer durch das Ständerblechpaket A und der Anker oder Läufer durch das Läuferblechpaket B bestimmt. Es ist nun verkehrt, wie es vorkommt, jeden Teil der Maschine ganz für sich zu behandeln und zunächst um das Ständerblechpaket das Ständergehäuse und um das Läuferblechpaket die Läufernabe herumzukonstruieren, dann etwa den Kollektor zu zeichnen, weiterhin die Lager, die Welle, die Fundamentplatte, und zwar indem immer gleich von jedem Element eine regelrechte Werkstattdetailzeichnung angefertigt wird. Bei dieser Methode, eine Maschine durchzukonstruieren, sind Unzuträglichkeiten, ja schwere Fehler kaum zu vermeiden. Meist zeigt sich später, daß ein Element nicht ans andere paßt, daß gewisse Elemente, z. B. Wicklungen, Bürsten, Bürstenträger der elektrischen Maschine, nicht genügend Platz haben. Da geht denn das zeitraubende, die Zeichnungen entstellende Ändern los. Und doch ist das Endresultat kein vollkommenes und befriedigendes. Selten ergeben so entstandene Elemente, zusammengebaut, ein organisches, harmonisches Ganze.

Noch schlimmer ists natürlich, wenn auch die Reihenfolge, in der die einzelnen Elemente konstruiert werden, falsch ist, wenn z. B. in unserem Falle vor dem Gehäuse die Lager oder gar zuerst die Fundamentplatte konstruiert

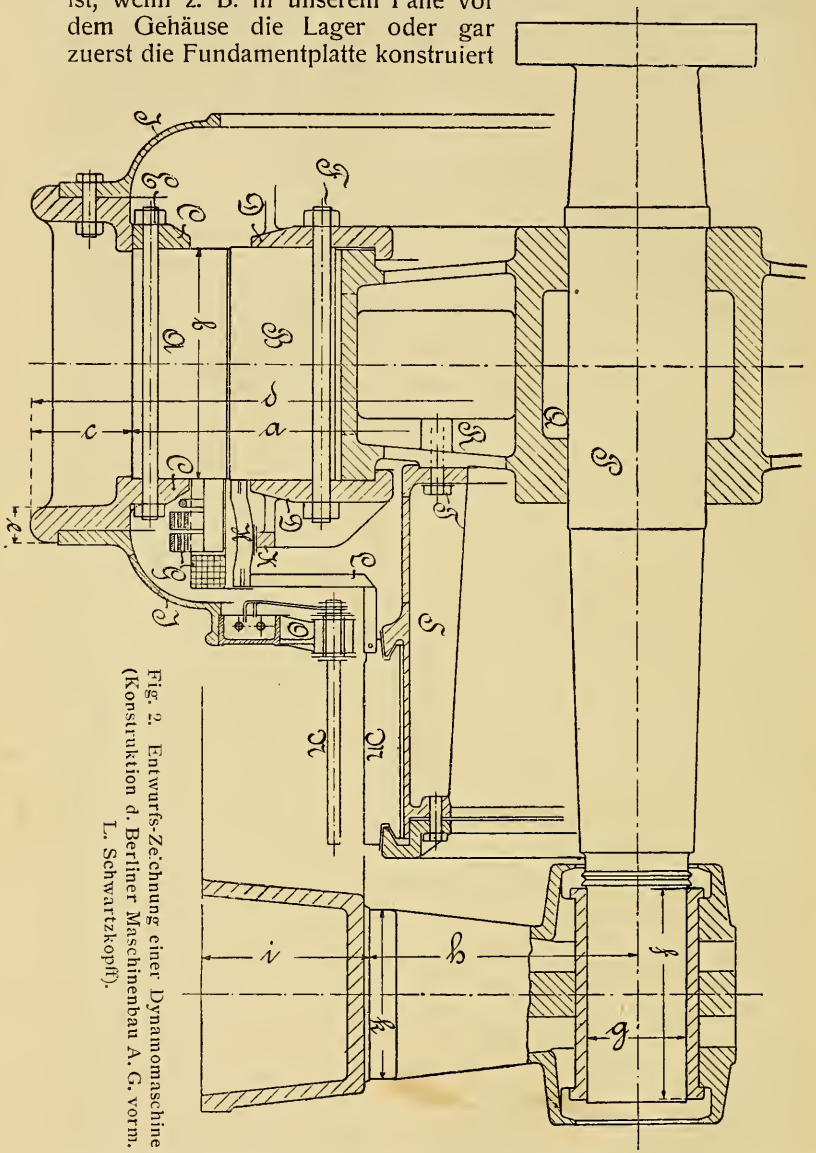


Fig. 2. Entwurfs-Zeichnung einer Dynamomaschine (Konstruktion d. Berliner Maschinenbau A. G. vorm. L. Schwartzkopff).

werden. Und ähnlich wie mit der Dynamomaschine verhält sichs mit jeder anderen Maschine.

Verkehrt ist endlich auch die auf Schulen meist geübte Methode. Da wird wohl zuerst eine Gesamtzeichnung angefertigt und hernach die Details. Aber diese Gesamtzeichnung hat meist einen zu kleinen Maßstab und ist für unseren Zweck viel zu vollständig und unübersichtlich. Eine derartige Gesamtzeichnung gehört als Zusammenstellung sämtlicher Details ans Ende, aber nicht an den Anfang des Konstruktionsvorganges; ich komme darauf später noch zurück.

Die richtige Methode ist folgende.

Wieder wollen wir uns an das konkrete Beispiel der Dynamomaschine anlehnen, da es nur darauf ankommt, die leitenden Gedanken und die Methode möglichst anschaulich zu illustrieren; die abweichende Behandlung der verschiedenen Spezialfälle wird dann leicht bei Anwendung der Methode erlernt.

An Hand der Vorskizze, die sich, wie gesagt, bei Anfertigung einer Entwurfszeichnung auf das Allernotwendigste beschränken kann — gar keine Vorskizze anzufertigen, ist selten ein Gewinn — also an Hand der Vorskizze wähle man die Bogengröße reichlich und lege zunächst die Hauptmittellinien fest, d. h. je ein Mittellinienkreuz für Aufriß, Seitenriß und Grundriß; falls Nebenzeichnungen erforderlich sind, auch gleich für diese. Den Grundriß kann man sich bei der Entwurfszeichnung oft ersparen. (In unserer Abbildung, Fig. 2, ist, aber nur mit Rücksicht auf die Raumverhältnisse, auch der Seitenriß weggelassen.) Anderseits sind manchmal auch die drei genannten Ansichten wegen zu großer Ausdehnung auf drei getrennten Blättern zu entwerfen. Lieber noch das, als unternatürliche Größe, die für das Entwerfen sehr unvorteilhaft ist.

Liegen die Mittellinien fest, dann reiße man mit wenigen charakteristischen Linien die gegebenen Grundlagen auf, in unserem Falle das Ständerblechpaket A und das Läuferblechpaket B, und zwar in allen drei (zwei) Ansichten zugleich. **Man arbeite überhaupt stets in allen Bildern gleichzeitig**, weil man nur dann das Werden des darzustellenden Gegenstandes vollkommen beherrscht und außerdem Zeit spart beim Auftragen der Maße, indem man jedes Maß nur einmal und nicht dreimal, wie im anderen Falle, in den Zirkel nimmt. Im übrigen verweise ich in bezug auf Regeln für das Aufzeichnen auf Abschnitt e dieses Kapitels, S. 16.

Doch auf ein vorzügliches Hilfsmittel beim Entwerfen sei hier noch aufmerksam gemacht: auf das weiße, rauhe, auch für Bleistiftzeichnungen geeignete Pauspapier (nicht das blaugraue für Tuschpausen benutzte, das hier, obgleich durchscheinender, weniger zweckmäßig ist). Hat man nämlich beim Entwerfen an dem bereits Dargestellten zu ändern, so

radiere man nicht, sondern spanne Pauspapier über die zu ändernde Partie (eventuell über die ganze Zeichnung) und führe die Änderung darauf aus. Dadurch spart man Zeit und Mühe, indem die durchscheinende alte Zeichnung die Änderung sehr erleichtert; außerdem kann man später die verschiedenen Ausführungsformen miteinander vergleichen. Endlich ist das weiße Pauspapier ungewöhnlich billig, und ich habe es aus diesem Grunde meist von vornherein bei Entwürfen benutzt, wobei allerdings stärkeres Zeichenpapier, das natürlich einseitig bezeichnet sein und öfter benutzt werden kann, unterzulegen ist.

Auch noch auf eine andere Zeit und Arbeit sparende Anwendung des Pauspapiers beim Konstruieren sei hingewiesen. Von häufig verwendeten Normalelementen, Ventilen, Hähnen, Ölgefäßen, Bürstenhaltern bei elektrischen Maschinen usw. fertige man sich vereinfachte Pausen, die man aufbewahrt und gegebenenfalls nur über die Konstruktion zu legen braucht, um Raumbedarf, Aussehen usw. feststellen zu können. Abgesehen davon, daß man auf diese Weise manche Zwischenarbeit sparen kann, ist die Verschiebbarkeit der Normalpausen auf der eigentlichen Konstruktion von großem Vorteil.

Hat man die als Grundlage gegebenen Blechpakete A und B mit wenigen Linien aufgerissen, dann sind die diese Blechpakete zusammenhaltenden Preßplatten C und D und Bolzen E und F zu konstruieren, immer mit den notwendigsten charakteristischen Linien.

Dann deute man die Umrisse der aus den Nuten der Blechpakete herausragenden Wicklungen an, der Ständerwicklung G und der Läuferwicklung H, da diese wieder für die Lage und Anordnung verschiedener Elemente, wie Schutzschilde J, Auflageringe K, Wicklungsfahnen L, Kollektor M, Stromabnahmevorrichtung N und O maßgebend sind.

Überhaupt befolge man beim Entwerfen als oberste Regel: **Immer zunächst die Elemente zeichnen, für die alle oder doch die meisten Bedingungen bereits bekannt sind, und die ihrerseits wieder Lage, Anordnung, Ausführung anderer Elemente bedingen.**

Es wäre z. B. falsch gewesen, die Schutzkappen J für die Wicklung zu zeichnen, ehe man diese selbst in ihren Umrissen eingezeichnet hat.

Sind die Umrisse der Wicklung vorhanden, so kann man die Schutzkappen J und das eigentliche Ständergehäuse um das Ständerblechpaket A herumkonstruieren.

Dann wäre das radiale Stück der Fahne L zu zeichnen, der Kollektordurchmesser durch eine einfache Linie bei M anzudeuten und in den so entstandenen Winkel die Stromabnahmevorrichtung, beginnend mit dem Kopf des Bürstenbolzens bei

O, einzuzeichnen. Diese wiederum bedingt die Lage des Kollektors M.

Nunmehr wird die Welle P, die an Hand der Vorskizze oder auf Grund einer Näherungsformel [1]) vorläufig angenähert berechnet wurde, zunächst mit zwei Linien angedeutet und dann, unter gleichzeitiger Rücksichtnahme auf Welle P und Läuferblechpaket B, die Läufernabe Q und der Läuferarmstern R entworfen (vergl. hierzu auch S. 16 und 17).

Auf den Läufer folgt die Kollektorbuchse S, die in unserem Falle mittels Schrauben T an den Läufer oder Anker angebaut

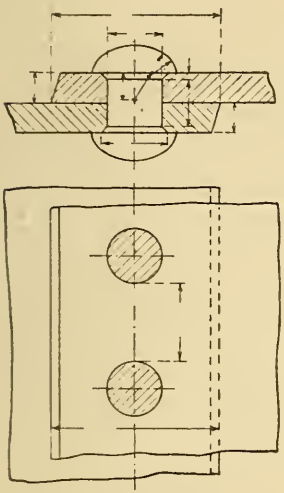


Fig. 3a.
Schlecht eingeschriebene Maße.

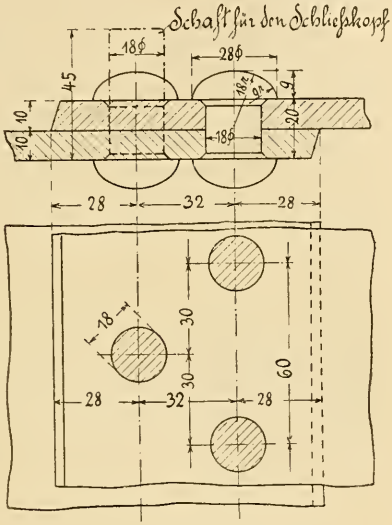


Fig. 3.

ist, bei kleineren Maschinen aber meist für sich auf der Welle sitzt.

Sind Läufer und Kollektor entworfen, dann kann die genaue Berechnung der Welle vorgenommen werden, da man nunmehr das sie belastende Läufer- und Kollektorgewicht genau berechnen und die Abstände von Mitte Maschine bis zu den beiden Lagermitten ziemlich genau schätzen kann. Es können auch die Lagerzapfen dimensioniert, und die Welle kann vollständig aufgerissen werden.

[1]) In unserem Falle ist z. B. solch eine Näherungsformel

$$d = 16 \text{ bis } 21 \sqrt[3]{\frac{N}{n}};$$

d = Durchmesser der Welle im Anker,
N = Belastung der Welle in PS,
n = Tourenzahl der Welle.

Weiterhin sind die Lager zu entwerfen. In unserem Falle ist es nur eins; am anderen Ende der Welle wird diese mittels Kupplungsflansch mit der Kurbelwelle einer Dampfmaschine gekuppelt, was beim Entwerfen natürlich ebenfalls zu berücksichtigen ist.

Endlich ist unter das Ganze die Fundamentplatte zu zeichnen, wobei insbesondere darauf zu achten ist, daß zwischen Bürstenbolzen N und Grund- oder Fundamentplatte Platz genug bleibt, um die Bürsten, die in der Entwurfszeichnung nicht dargestellt sind, ungehindert vom Bürstenbolzen abziehen zu können.

Man wird bemerkt haben, daß die Reihenfolge der Buchstaben, mit denen die einzelnen Elemente in unserer Entwurfsskizze bezeichnet sind, zugleich die Reihenfolge angibt, in welcher diese Elemente aufzureißen sind.

So wächst unter der Hand des Konstrukteurs eine Maschine um ihre Grundelemente herum wie der Kristall um einen formbedingenden Kern; und nur eine Maschine, die so entstanden ist, wird organisch und harmonisch sein wie der Kristall.

Bemerkt mag noch werden, daß es bei Maschinen, die zu einer Achse symmetrisch sind, meist genügt, eine Hälfte genauer zu detaillieren, die andere Hälfte braucht nur in den Umrissen so weit eingezeichnet zu werden, daß man auch einen Gesamteindruck der Maschine erhält. In unserer Abbildung 2 mußte mit Rücksicht auf die Raumverhältnisse auch diese Umrißergänzung weggelassen werden.

d) Die mechanische Berechnung.

Noch ein paar Worte über die mit der Konstruktion Hand in Hand gehende mechanische, insbesondere Festigkeitsrechnung.

Man kann die Festigkeitsabmessungen der einzelnen Konstruktionselemente entweder an Hand der Vorskizze oder Entwurfszeichnung vorausberechnen und die errechneten Abmessungen beim maßstäblichen Aufzeichnen durch das Auge und das konstruktive Gefühl, das allerdings erst durch Übung und Erfahrung entwickelt werden muß, kontrollieren; oder man kann auch umgekehrt das Gefühl durch die Rechnung kontrollieren, indem man die in der maßstäblichen, möglichst naturgroßen Entwurfszeichnung oder auch in der endgiltigen Konstruktionszeichnung nach dem Gefühl aufgerissenen Dimensionen nachrechnet. Beide Methoden gehen am besten Hand in Hand, wie das oben (S. 13) bereits angedeutet wurde. Im übrigen ist für den Gewissenhaften die praktische Ausübung selbst die beste Lehrmeisterin.

Bei Abmessungen wichtiger Elemente, deren Bruch Menschenleben gefährden oder auch nur Störungen und Un-

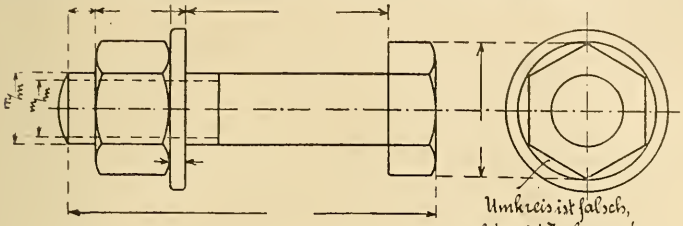


Fig. 4a.

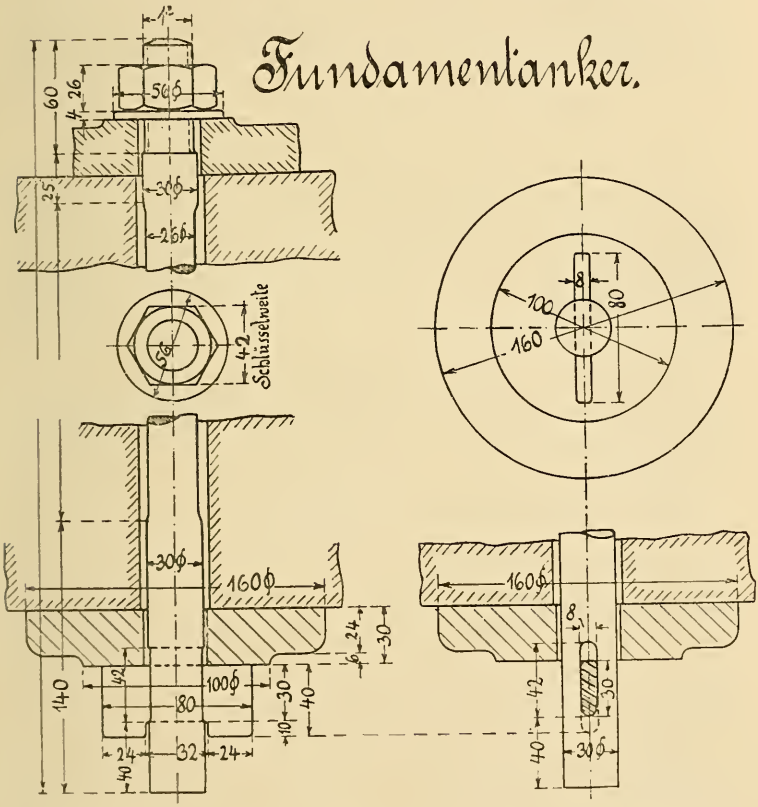


Fig. 4.

kosten verursachen kann, begnüge man sich nie mit dem Gefühl allein, sofern eine auf experimentellen oder logisch-wissenschaftlichen Tatsachen begründete Rechnung überhaupt

möglich ist. Bei unwichtigen Abmessungen ist natürlich eine Kontrolle des Gefühls durch die Rechnung, besonders wenn diese umständlich ist, nicht immer notwendig, was Anfänger oft glauben.

Man mache sich jedoch zum Grundsatz, den gestellten Anforderungen stets mit dem kleinstmöglichen Materialaufwande zu entsprechen. In diesem Falle wird übrigens der Gegenstand im allgemeinen auch immer ästhetischen Anforderungen genügen, d. h. schön sein, wie ich an anderer Stelle[1]) eingehend dargetan habe.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die Festigkeitsrechnung, als ein wichtiger Belag, auf den man später oft zurückkommt, deutlich, übersichtlich und verständlich (nicht auf fliegende Blätter oder auf den Zeichnungsrand!) zu schreiben und ordentlich aufzubewahren ist. Anfänger neigen in bezug auf die Rechnung zu sehr verwerflicher Unordentlichkeit, die sie nicht früh genug ablegen können.

e) Die Bleistiftzeichnung.

Ist man sich mit Hilfe der Vorskizze und Entwurfszeichnung über den herzustellenden Gegenstand und die dafür anzufertigende endgiltige Konstruktionszeichnung (Werkstattzeichnung) so klar wie möglich geworden, dann kann man an diese Konstruktionszeichnung selbst gehen und zwar vorläufig dieselbe mit Bleistift ausführen.

Man ziehe zunächst nach Maßgabe der Vorskizze oder Entwurfszeichnung die Hauptmittellinien und zwar so dünn, aber so scharf und klar wie möglich und ziehe sie zunächst in der Bleizeichnung ganz aus, also nicht gestrichelt oder strichpunktiert.

Dann verfahre man ganz wie bei der Entwurfszeichnung (S. 9 u. f). Man zeichne zuerst die grundlegenden Elemente oder Linien, z. B. bei Kupplungen und Lagern erst den Wellendurchmesser, bei Riemenscheiben und Zahnrädern erst den Wellen- und Außen- bezw. Teilkreisdurchmesser und die Kranz- bezw. Zahnbreite. Von diesen Grundelementen aus konstruiere man dann weiter, so daß man **zunächst immer die Elemente zeichnet, die selbst am weitgehendsten** bestimmt sind und ihrerseits wieder andere Elemente bestimmen.

Es ist z. B. ganz falsch, folgendermaßen zu konstruieren, wie ich es bei Anfängern nicht selten gesehen habe. Es war eine gewöhnliche Scheibenkupplung (Fig. 5) zu zeichnen. Der

---

[1]) »Helios«, Exportzeitschrift für Elektrotechnik, 1907, Nr. 10, 11 und 12 und in einem Buche: »Schönheit und Zweckmäßigkeit von Maschinen und Bauwerken«.

Schüler hatte sich dafür eine recht gute Freihandskizze angefertigt; aber er übersah, daß es immerhin nur eine nicht maßstäbliche Freihandskizze war und benutzte ohne weiteres die annähernd errechneten Maße. So zeichnete er nach diesen Maßen zuerst den Kranz und die Nabe der Kupplung auf und wollte dann die Verbindungsschrauben einzeichnen; aber es ergab sich, daß für diese nicht genügend Platz war.

Die richtige Methode ist vielmehr diese.

Erst mit zwei Linien die Welle. Dann die zweiteilige Nabe nach Durchmesser und Länge. Dann den zweiteiligen Steg zwischen Nabe und Kranz, und zwar nur die Stärke dieses Steges mit zwei Linien. Weiter die Schraubenmuttern über Eck, d. h. in ihrer größten Breite, in richtigem Abstande von der Nabe. Zugleich mit der Mutter natürlich auch die Schraube selbst. Endlich in richtigem Abstande von der Schraubenmutter den Kranz, dessen Breite insbesondere so zu bemessen ist, daß die Schrauben nicht vorstehen.

Analog diesem Beispiel ist stets zu verfahren.

Beim Auftragen der Maße, was mit dem Stechzirkel geschieht (bei minderer Genauigkeit direkt vom Maßstab mit scharfem Bleistift, wobei mit feinen Strichen senkrecht zum Maßstab, nicht mit Punkten, zu markieren ist), gehe man möglichst von ein und derselben Mittellinie aus, weil sich sonst leicht Differenzen ergeben. Ja, es empfiehlt sich sogar, die eine Spitze des Stechzirkels immer wieder in denselben Punkt einzusetzen.

Beim Zeichnen sind zunächst leichte, schwache Linien, die leicht wieder wegradiert werden können, zu ziehen. Erst wenn eine zusammenhängende Partie in dieser leichten Manier fertiggestellt ist, werden die Linien kräftiger nachgezogen, zu strichelnde Linien jetzt gestrichelt, und alle überflüssigen Hilfslinien und überstehenden Linien mit flachem, steifem Gummi, der ein genaues Radieren erlaubt, weggenommen.

Die Methode, erst leicht zu zeichnen und dann nachzuziehen, scheint vielleicht auf den ersten Blick umständlich, ists aber nicht, sondern gewährt in Wirklichkeit Zeitgewinn, wie ein praktischer Versuch bald dartun wird.

Weiter empfiehlt es sich, jede Schnittfläche sobald wie möglich, d. h. gleich nach ihrer Abgrenzung durch Konstruktionslinien, leicht und weitläufig zu schraffieren. Es ist nicht nötig, dabei gleich das Material anzudeuten, also verschiedene Schraffurlinien zu zeichnen; nur entgegengesetzte Strichlage für verschiedene, aneinander stoßende Teile ist zweckmäßig. Die Schraffur erhöht Klarheit und Übersichtlichkeit der Zeichnung ungemein und erleichtert das Konstruieren in hohem Maße.

Scheibenkupplung.

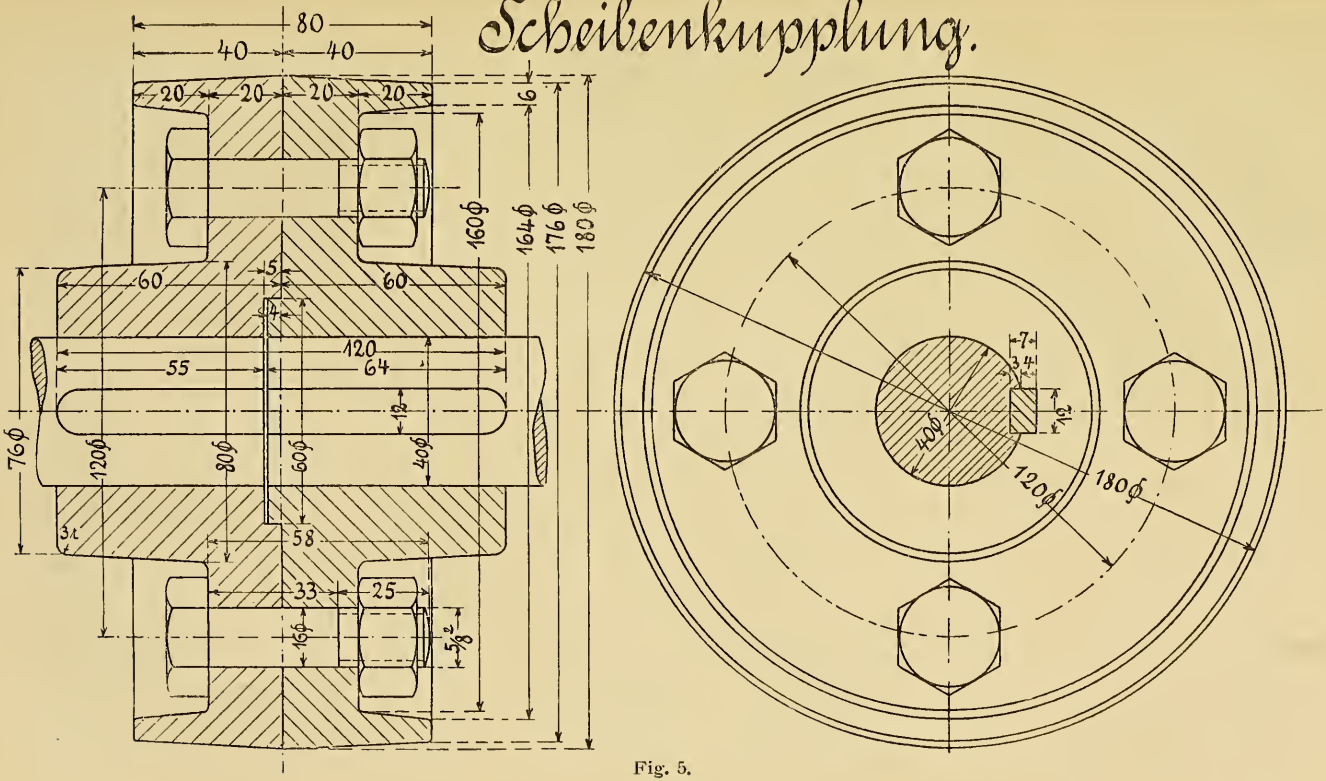


Fig. 5.

In der angedeuteten Weise erhält man eine schöne, klare Bleistiftzeichnung, die, wie zuweilen nötig, recht gut direkt als Werkstattzeichnung verwendet werden kann. Überhaupt ist, was Anfängern nicht genug eingeschärft werden kann, die Bleistiftzeichnung so klar und deutlich wie möglich anzufertigen. Sie darf sich von einer ausgezogenen Tuschzeichnung nur dadurch unterscheiden, daß sie eben eine Bleistiftzeichnung und keine Tuschzeichnung ist; durch nichts sonst. Dann allein ist das spätere Ausziehen oder Pausen eine rasche und leichte mechanische Arbeit, die im Bureau jeder Zeichner leisten kann.

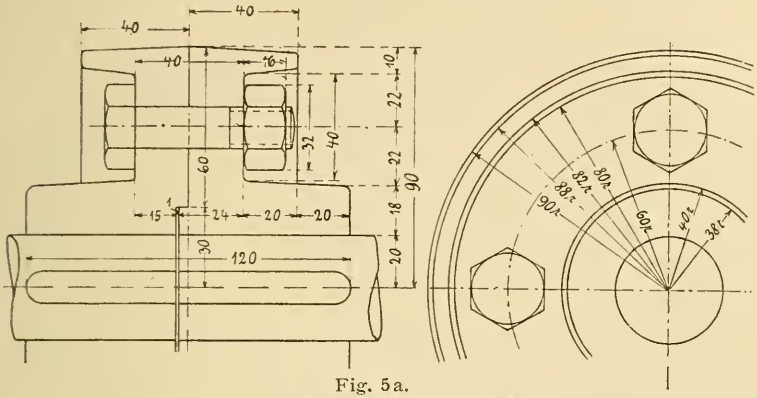


Fig. 5a.
Unrichtig eingeschriebene Maße.

Anderenfalls ist es ein ärgerliches, oft durch Radieren unterbrochenes Suchen und Tasten.

Noch auf eine unscheinbare, aber nicht unbedeutende Hilfe sei aufmerksam gemacht. Es empfiehlt sich, alle Einsatzpunkte für den Zirkel gleich beim Aufzeichnen in der Bleizeichnung zu markieren, am besten durch einen Punkt und kleinen Kreis um denselben (⊙). Besonders für das Pausen ist das eine wesentliche Hilfe.

Zuletzt werden die Maßlinien eingezeichnet. Nach meinem Dafürhalten ist es zweckmäßig, in jede eben gezeichnete Maßlinie gleich mit demselben, nicht zu harten Bleistift, etwa Koh-J-Noor 3 H, das zugehörige Maß einzuschreiben, weil sich mit der dabei notwendigen Überlegung sofort und ohne weiteres eine Überlegung über Notwendigkeit und Nutzen des betreffenden Maßes einstellt, also auf diese Weise nicht so leicht unnötige Maße eingeschrieben werden. Näheres über das sehr wichtige Maßeinschreiben folgt unten (S. 24 u. f.).

Wenn die eigentliche Zeichnung fertig ist, werden auch gleich Stücklisten und andere schriftliche Ausführungen

(worüber unten noch einiges Nähere zu sagen ist) angebracht; kurz die Zeichnung wird, wie bereits oben gesagt, vollständig fertig gemacht.

f) Das Ausziehen und Pausen.

Wenn die Bleizeichnung fertig, aber vollständig fertig ist, wird sie, abgesehen von den Fällen, wo sie ohne weiteres als Ausführungszeichnung benutzt wird, entweder mit Tusche ausgezogen oder auf Pauspapier oder Pausleinewand ebenfalls mit Tusche durchgepaust. Dabei ist hauptsächlich folgendes zu beachten.

Die Strichstärke sei für große Detailzeichnungen etwa 0,6 bis 1 *mm*, für Zeichnungen in kleinerem Maßstabe 0,25 bis 0,5 *mm*; für ganz kleine Zeichnungen noch weniger, immer aber so stark wie möglich, d. h. ohne besondere Schwierigkeiten ausführbar. Denn eine Zeichnung in kräftigen Linien sieht schöner aus als eine zu schwach ausgezogene, und es ist tatsächlich leichter, mit kräftigen Linien sauber zu zeichnen als mit dünnen, die jede Ungenauigkeit erst auffällig machen. Endlich liefert eine Pause in kräftigen Linien bessere Lichtkopien.

Punktierte, eigentlich gestrichelte Linien — denn es sind kurze Striche in kleinen Abständen zu zeichnen — habe ich der Zeitersparnis und Einfachheit halber stets mit derselben Reißfederöffnung, also ebenso stark wie volle Linien gezeichnet. Warum soll man sie auch noch dünner zeichnen? das Stricheln ist ja Unterscheidung genug. Freilich ist beim Stricheln dicker Linien Vorsicht und Sorgfalt vonnöten.

Die Mittel- und Maßlinien sind dünner zu zeichnen als die Konturen, aber nicht zu dünn. Werden sie schwarz ausgeführt, was auf Pausen, von denen Lichtkopien angefertigt werden sollen, notwendig ist, dann sind die Mittellinien strichpunktiert (— · — · —) zu zeichnen, die eigentlichen Maßlinien dünn auszuziehen, wobei an geeigneten Stellen unterbrochen und Platz für die Maßzahl gelassen wird; die die Maßlinien abgrenzenden Hilfslinien sind dünn zu stricheln. Unsere Abbildungen veranschaulichen das alles zweifelsfrei.

Zeichnet man die Mittel- und Maßlinien farbig, meist rot und blau, dann können beide dünn ausgezogen und die Hilfslinien für die Maße dünn gestrichelt werden.

Beim Ausziehen selbst ist folgende Regel stets zu beachten: Zuerst alle großen Kreise und Bögen, dann die kleinen, darauf mit der Schiene alle horizontalen Linien, oben angefangen und der Reihe nach bis unten; dann mit dem Winkel

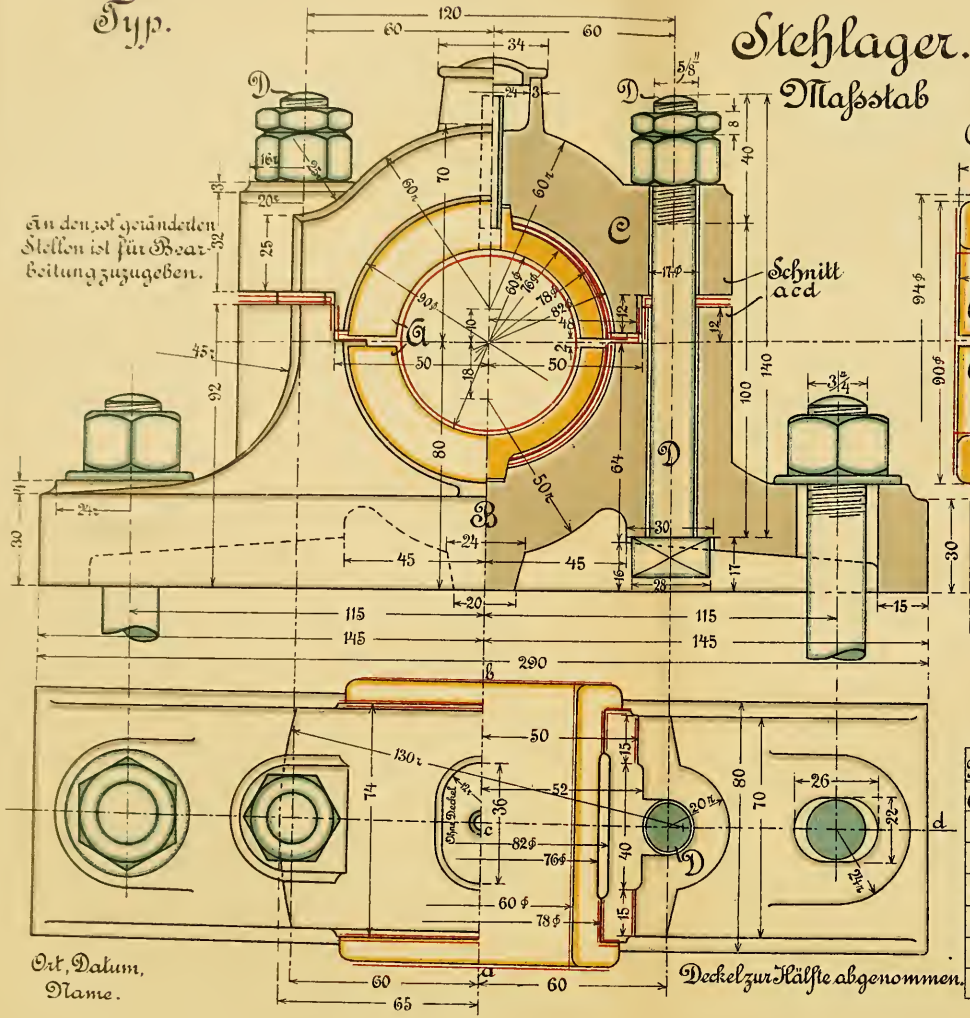
Typ.

Stehlager.

Maßstab

Z. No

An den so geänderten Stellen ist für Bearbeitung zuzugeben.



Stückliste.

Pos.	Zahl	Gegenstand	Material	Bem.
A	2	Lagerschalen	Rotguß	Ein Modell
B	1	Lagerfuß	Gußeisen	
C	1	Lagerdeckel	„	
D	2	Schrauben m. Muttern	Schmiedee.	
E	1	Schmierrohr	Schmiedee.	
F	1	Schmierlochdeckel	Gußeisen	

Ort, Datum, Name.

ebenso alle Vertikalen von links nach rechts; endlich die schrägen Linien. Unbedingt zuerst die Kreisbögen und dann die Geraden, weil nur so glatte Übergänge zwischen beiden zu erzielen sind.

Bruchlinien sind nicht etwa, wie von Anfängern oft, mit Lineal und Zirkel, sondern freihändig zu zeichnen und dem Material entsprechend, also bei Holz anders als bei Metall. Es sei auf die Abbildungen verwiesen.

Endlich benutze man mit Rücksicht auf späteres Anlegen mit Wasserfarben möglichst unverwaschbare Tuschen. Die im Handel erhältlichen flüssigen Tuschen sind das meist.

Für die Schraffur zwecks Materialandeutung, worüber unten (S. 31) noch näheres ausgeführt wird, sei hier nur folgendes gesagt. Nicht zu dicke (aber auch nicht zu dünne) Linien in lieber zu weitem als zu engem Abstande. Absolute Angaben lassen sich darüber nicht machen, weil die Schraffur stets der Zeichnung angepaßt werden muß. Nur Sorgfalt sei empfohlen, weil die Schraffur das Aussehen einer Zeichnung wesentlich beeinflußt. Auf jeden Fall müssen die Schraffurlinien merklich schwächer sein als die Konturen und stets zu diesen geneigt, meist unter 45°, und zwar entgegengesetzt geneigt in verschiedenen, aneinander stoßenden Teilen. Wieder sei auf die beigegebenen Abbildungen verwiesen.

Für das Pausen noch ein paar besondere Ratschläge. Sollen von den Pausen Lichtkopien angefertigt werden, so wird zweckmäßig nur in Schwarz gezeichnet. Das Pauspapier ist, damit es die Tusche besser annimmt, vor dem Zeichnen mit sehr weichem Gummi (Wischgummi) leicht abzuradieren oder auch mit einem sauberen Lappen oder Löschpapier abzureiben. Pausleinewand ebenso unter Zuhilfenahme von Kreidepulver. Radiert werden kann auf Pauspapier mit einem scharfen Federmesser. Größere Partien können mittels Wasser entfernt werden, indem sie mit einem Pinsel schwach angefeuchtet und mit weichem Gummi vorsichtig abradiert werden. Auch mit Schwamm und Seife ist ein Wegwaschen der Tuschlinien möglich, dabei ist aber der schmutzige Seifenschaum immerwährend gut mit einem Pinsel zu entfernen. Diese letztere Methode kann auch bei Pausleinewand angewendet werden. Kleinere Partien aber werden hier, wie auch auf weißem Zeichenpapier mit hartem Gummi, sogenanntem Tuschgummi, wegradiert. Die dadurch verloren gehende Appretur der Pausleinewand kann durch Verreiben von etwas weißem Wachs wieder hergestellt werden.

Angelegt wird Pausleinewand auf der rauhen Rückseite.

2. Einige wichtige Einzelheiten der Konstruktionszeichnung.

a) Normalisierte Elemente, Nieten, Schrauben, Hähne usw.

In der Technik bricht sich immer mehr eine Normalisierung und Vereinheitlichung oft verwendeter Elemente Bahn. Hierher gehören besonders Niete, Schrauben, Keile, Walzeisen, Rohre, Ventile, Hähne usw., auch gewisse vielgebrauchte zusammengesetzte Maschinenelemente, z. B. Transmissionsteile; ja sogar ganze Maschinen, wie die gängigen Typen von Dynamomaschinen, Dampfmaschinen, Pumpen usw. werden normalisiert, d. h. werden in bestimmter, oft verlangter Anordnung und Größe immer wieder, ohne Abweichungen und meist gleich in größerer Menge hergestellt und vorrätig gehalten, wobei zugleich die Daten und Abmessungen derartiger Normalien in Tabellen ein für allemal festgelegt und zu allgemeiner Information bereit gehalten werden. Auf Seite 47 ist eine derartige Normalientabelle, ein normales Sellersstehlager der Berlin-Anhaltischen Maschinenbaugesellschaft betreffend, wiedergegeben. Jede Schraubentabelle in Kalendern usw. ist ebenfalls eine Normalientabelle.

Die großen und mannigfachen Vorteile dieser Methode liegen auf der Hand und brauchen hier nicht erörtert zu werden.

Hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß solche Normalelemente im Zusammenhange einer größeren Konstruktion meist in erheblich vereinfachter, zum Teil schematischer Darstellung wiedergegeben werden können. Z. B. braucht bei Schrauben das Gewinde nicht genau naturgetreu gezeichnet zu werden, sondern kann schematisch angedeutet werden. Die verschiedenen, dabei üblichen Methoden kommen in unseren Abbildungen zum Ausdruck. Jede Methode hat ihre Vorzüge und Nachteile; die in Fig. 6 (Tafel) angewendete ist zweifelsfreier, aber langwieriger und zeitraubender als die in Fig. 4 gebrauchte; und es ist von Fall zu Fall zu überlegen, welche Methode den Vorzug verdient.

Ventile, Hähne usw. brauchen vor allem nicht im Schnitt dargestellt zu werden, sondern können mit wenigen Umrißlinien angedeutet werden.

Da gerade über diesen Gegenstand jedem zahlreiche Beispiele ohne Mühe zugänglich sind, braucht darauf nicht weiter eingegangen zu werden.

Dampfdynamo-Welle.

Maßstab.

Stückliste.

Pos.	Stck.	Gegenstand	Material	Bem.
A	1	Welle	Stahl	
B	1	Ringmutter	Schmiedeeis.	
C	1	Feder 8 × 14 × 100	Stahl	
D	1	" 7 × 14 × 30	"	

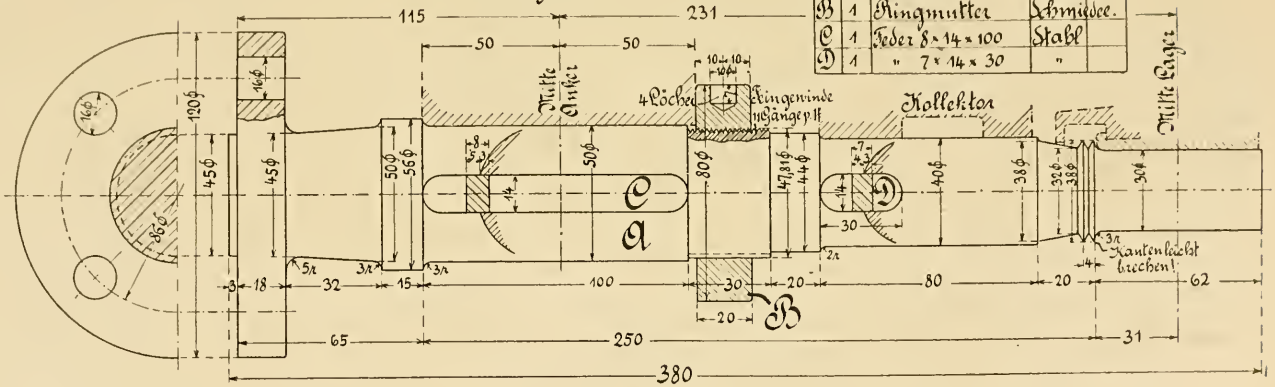


Fig. 7.

b) Die Maße.

α) Welche Maße sind einzuschreiben?

Die oberste Regel für das Einschreiben der Maße ist diese: **Der Konstrukteur versetze sich in die Lage desjenigen, der den gezeichneten Gegenstand nach der Zeichnung herstellen soll und überlege, welche Dimensionen bei der Herstellung gemessen werden müssen und wie diese Dimensionen gemessen werden.**

Daraus folgt, daß zweckmäßig Maßeinschreiben nur der kann, der den Gegenstand auch selber herstellen kann, oder doch weiß, wie der Gegenstand herzustellen wäre, d. h. also die Notwendigkeit praktischer Vorbildung für den Konstrukteur. Diese praktische Vorbildung muß sich zum mindesten erstrecken auf die Bekanntschaft mit den wichtigsten Herstellungsmethoden der Praxis, wie Gießen, Schmieden, Drehen, Hobeln, Bohren usw. und auf die Bekanntschaft mit den dabei gebräuchlichen Meßwerkzeugen, wie Taster, Zirkel, Winkel, Parallelreißer, Richtplatte usw. Nur wer diese für den Konstrukteur unbedingt notwendigen und irgendwie zu erwerbenden Kenntnisse besitzt, wird Maße einschreiben, die der ausführende Arbeiter gebrauchen kann, und nicht wie ganz unerfahrene Anfänger in der Regel, solche Maße, die nur für den Konstrukteur von Interesse sind. Z. B. ist es falsch, wie ich es bei Anfängern oft gesehen habe, Maße nach Fig. 5a einzuschreiben. Der Konstrukteur hat diese Maße allerdings zum Teil beim Aufzeichnen gebraucht und für ihn sind deshalb die Maße in Hilfsbüchern, Taschenbüchern und Vorlagenwerken auch meist in der angedeuteten Weise angegeben. Den Konstrukteur interessiert z. B. die Stärke der Kupplungsnabe durchaus. Solche Maße gehören darum, wie ich schon auf S. 8 ausgeführt habe, in die allein für den Konstrukteur bestimmte Vorskizze. Für den Arbeiter aber sind die in Fig. 5a eingeschriebenen Maße sehr unbequem; denn dieser mißt nicht die Stärke der Nabe, nicht den Abstand der Schrauben von der Nabe, nicht den Zwischenraum zwischen Nabe und Kranz, er mißt vielmehr mit dem Taster Bohrung und Außendurchmesser der Nabe, mißt den Teilkreisdurchmesser der Verbindungsschrauben, den Kranzdurchmesser außen und allenfalls die Stärke des Kranzes. Nur diese letztgenannten Maße sind denn auch in eine Werkstattzeichnung einzuschreiben, wie es in Fig. 5 richtig geschehen ist. Ebenso sind in der Stopfbüchse (Fig. 8) nicht die Wandstärken, sondern die Durchmesser einzuschreiben.

Die meisten Hilfsbücher geben wie gesagt für das Maßeinschreiben keinen Anhalt. Sie bringen eben meist nur

Stopfbuchse.

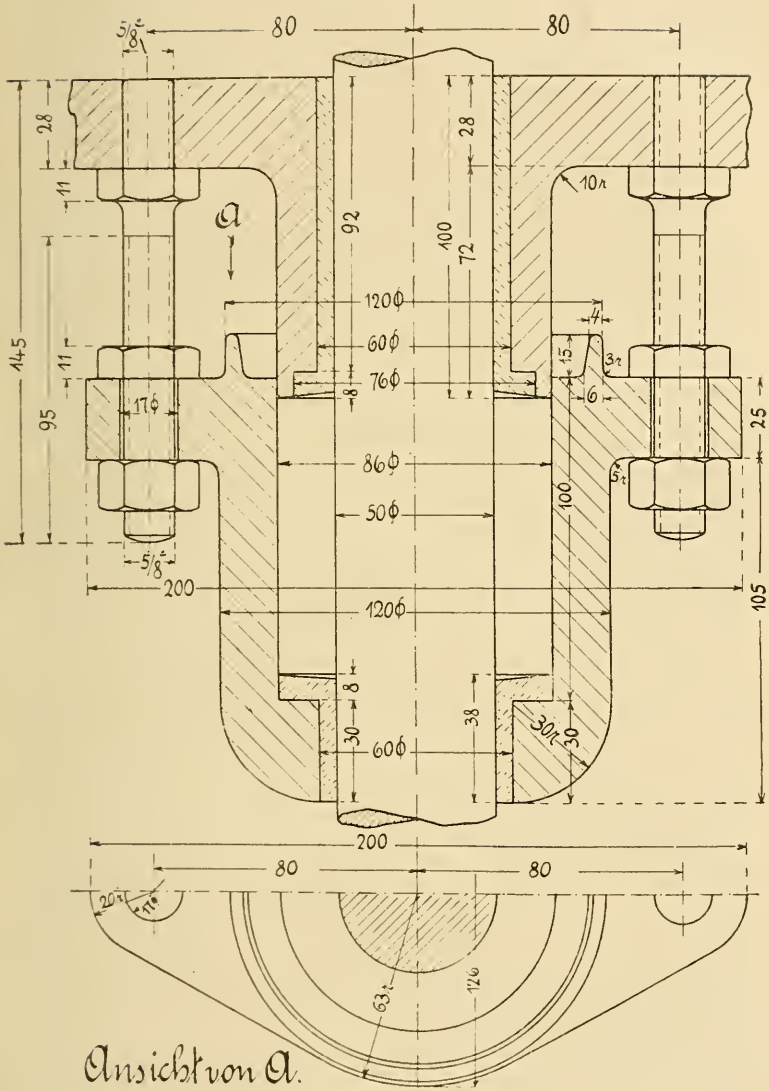


Fig. 8.

Variationen von Konstruktionen. Ich habe deshalb im Gegensatz dazu eine Anzahl gebräuchlicher Maschinenelemente in möglichst einfacher, typischer Ausführung werkstattmäßig dargestellt; und ich glaube, daß der Anfänger an Hand dieser Beispiele auch wohl Variationen derselben richtig mit Maßen versehen und so allmählich das Maßeinschreiben erlernen kann. Er muß sich nur gewissenhaft bei jedem einzelnen Maß die Frage stellen: Warum, wozu ist das Maß notwendig? Jedenfalls sind für den Konstrukteur, auch den angehenden, Zeichnungen immer anschaulicher und instruktiver als noch so detaillierte Textausführungen.

Zugleich sei hier dem Anfänger eine ausgezeichnete **Übung zum Erlernen richtiger Maßangabe** empfohlen. Er zeichne Konstruktionszeichnungen, die mit Ausführungsmaßen versehen sind, ohne weiteres, d. h. ohne Änderung ab, und zwar durchaus nur nach den eingeschriebenen Maßen, also ohne auch nur e i n e Dimension abzugreifen oder willkürlich zu zeichnen. Er wird dabei unbedingt merken, welche Maße notwendig und ob sie richtig eingeschrieben sind und welche Maße überflüssig oder unzweckmäßig eingeschrieben sind. Am besten werden Detailzeichnungen zu einer Gesamtzeichnung zusammengezeichnet, weil dabei zugleich auch die für die Montage wichtigen Maße erkannt werden. Außerdem ist die Arbeit dann auch gleich eine gute Übung für das oben bereits behandelte Entwerfen ganzer Maschinen. Überhaupt eine Übung, die den Schulen zur Einführung empfohlen sei. Sie ersetzt, da sie auch eine Art Herstellung von Gegenständen ist, in gewisser Hinsicht (aber auch nur in dieser) mangelnde Praxis.

Einzuschreiben sind nun unbedingt alle Maße, die zur Herstellung des gezeichneten Gegenstandes gebraucht werden. Kein Maß, das der ausführende Arbeiter messen muß oder sonstwie braucht, darf fehlen. Es empfiehlt sich sogar, auch ganz nebensächlich scheinende Maße, wie kleinere Abrundungsradien einzuschreiben. Denn im allgemeinen ist im Interesse eines geordneten, sicheren Betriebes der Grundsatz gut: Dem ausführenden Arbeiter so wenig Spielraum wie möglich lassen. Willkür des Arbeiters kann unter Umständen den größten Schaden anrichten. Immer einzuschreiben sind jedenfalls Abrundungsradien an Wellenbunden, die an Lagerschalen anlaufen, sowie die Abrundungsradien der Lagerschalen, da beide übereinstimmen müssen, wenn sich die Welle nicht klemmen soll (siehe Tafel und Fig. 7).

Außer den eigentlichen Ausführungsmaßen sind noch gewisse Maße einzuschreiben, die mehr für den eventuellen Zusammenbau des gezeichneten Gegenstandes mit anderen in Betracht kommen, z. B. bei Wellen die Abstände der Lagermitten (Fig. 7).

Unnötige Maße sind, weil sie die Zeichnung überladen und unklar machen, durchaus zu vermeiden. Es ist bei jedem einzelnen Maß zu überlegen, ob und inwiefern es nötig ist. Gedankenloses Maßeinschreiben ist eine der schlimmsten Konstrukteursünden.

Wohl aber schadet es nicht, wenn Maße, besonders gewisse Hauptmaße, in den verschiedenen Ansichten wiederholt werden (siehe besonders Fig. 6). Solche Wiederholung erhöht die Auffindbarkeit.

β) Wie sind die Maße anzugeben?

Die eingezeichneten Maße sind so klar und übersichtlich wie möglich anzuordnen. Das wird nach meinem Dafürhalten am besten erreicht, wenn man zuerst immer die Maße einzeichnet, die im Bilde selbst oder dem Bilde am nächsten liegen können, nicht indem man zuerst die Hauptmaße einschreibt. Wohl aber ist den Hauptmaßen ein bevorzugter Platz einzuräumen. Indem man beim Maßeinschreiben gewissermaßen von innen nach außen geht (wie nach unserer obigen Anleitung beim Konstruieren), vermeidet man, daß Maßlinien sich schneiden oder zu weit vom Bilde entfernt sind, was stets ein Übelstand ist, und erzielt eine gute Platzausnützung und möglichste Klarheit.

Die Reihenfolge beim Maßeinschreiben scheint mir weniger wichtig als die Kontrolle aller von den Hauptmaßen abhängigen Maße mit Rücksicht auf diese Hauptmaße. Diese Kontrolle darf nie unterlassen werden. Z. B. sind bei einer Welle sämtliche Teilmaße zu kontrollieren mit Rücksicht auf die gegebenen Lagerabstände. Bei zusammengesetzten Maschinen sind auch die Hauptmaße jedes Details zu kontrollieren im Zusammenhang mit den anderen Details an Hand einer Gesamtzeichnung.

Man ziehe nicht alle Maße nach außen. Als Grundsatz ist vielmehr zu beachten: Jedes Maß möglichst dort einschreiben, wo es gesucht und gemessen wird. Nach außen zu ziehen sind die Maße dann, wenn anders die Deutlichkeit und Übersichtlichkeit leidet. Denn diese Eigenschaften sind natürlich Hauptanforderungen an jede Zeichnung.

Im Interesse der Deutlichkeit liegt es auch, gewisse Maßlinien an ein und demselben Gegenstande nicht gegeneinander versetzt, sondern möglichst in einer Linie zu zeichnen; also nicht wie die beiden Maße »40« am Kranz der Kupplung in Fig. 5a, sondern nach Fig. 5. Auch die Welle (Fig. 7) gibt ein gutes Beispiel dafür. Natürlich sind nur zusammengehörige, d. h. Maße an demselben Stück, in der eben beschriebenen Weise anzuordnen. Es hat z. B. keinen Sinn, in

Fig. 5a die gleich unter jenen beiden Maßen »40« liegenden Maße »40« und »16« (doppelte Stegstärke und Mutterhöhe) in eine Linie zu schreiben, abgesehen davon, daß diese Maße überhaupt unzweckmäßig sind.

Gewarnt sei vor dem von Anfängern gern geübten Verfahren, Durchmessermaße ausnahmslos in die kreisförmigen Ansichten einzuschreiben. In Fig. 5a z. B. muß man erst durch mühsames Suchen und Vergleichen der kreisförmigen Frontansicht mit dem Längsschnitt feststellen, zu welchen Konturen eigentlich die eingeschriebenen Radien »80, 82, 88, 90«

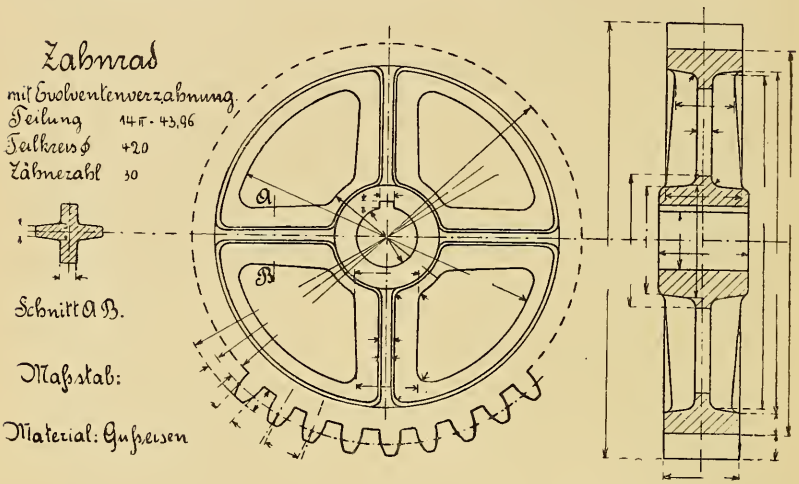


Fig. 9.

gehören. Auch ist es nicht zweckmäßig, bei vollen Kreisen wie hier Radien statt der Durchmesser einzuschreiben. Die richtige Ausführung in beiden Fällen zeigen Fig. 5 und 9.

Sind in einer Konstruktion mehrere gleiche Teile vorhanden, z. B. die vier Verbindungsschrauben in unserer Kupplung Fig. 5, so schreibe man alle notwendigen Maße an einem Stück ein, also hier an einer Schraube, und verteile die Maße nicht auf sämtliche gleiche Stücke, wie Anfänger es lieben.

γ) Die Maßzahl.

Die Hauptanforderungen an die Maßzahlen sind neben der selbstverständlichen Forderung der Richtigkeit: Lesbarkeit und leichte Auffindbarkeit!

Im besonderen sind die Maßzahlen senkrecht zu den Maßlinien und möglichst in Lücken derselben, nicht daneben zu schreiben, also so (— 100 —) und nicht so ($\frac{100}{\quad}$), weil

sonst bei parallelen, nahe aneinander liegenden Maßen, wie z. B. in Fig. 6 (Tafel) und 9, Zweifel entstehen, welche Maßlinien und Maßzahlen zusammengehören. Außerdem wird bei ersterer Schreibweise Platz gespart, oder was auf dasselbe hinauskommt, die Zeichnung weniger überladen. Der Vorteil, die Maßlinien ganz durchziehen zu können, ist gering und muß vor der Forderung der Deutlichkeit zurücktreten. Natürlich können auch einmal Abweichungen von der angegebenen Regel vorteilhaft sein.

Es ist üblich, in den vertikalen Maßlinien die Maßzahlen so einzuschreiben, daß sie von rechts her lesbar, in den schrägen Linien so, wie sie am leichtesten lesbar sind (siehe besonders Fig. 5 und 6). Selbstverständlich dürfen die Zahlen in den horizontalen Linien bei normaler Blattlage nicht auf dem Kopfe stehen (was aber auch schon dagewesen!).

Wo mehrere Maßlinien nahe beieinander liegen, sind die Maßzahlen nahe am Ende der Linien einzuschreiben, so daß leicht erkennbar ist, zu welcher Dimension die eingeschriebene Zahl gehört (Fig. 6, Tafel).

Die Maßeinheit für Ausführungszeichnungen ist in Deutschland im allgemeinen das Millimeter; ausgenommen sind die Schraubendurchmesser; diese werden (wenigstens bei dem meistgebräuchlichen Gewinde) in Zollen eingeschrieben. Sehr große Dimensionen werden wohl auch nach Metern gemessen. Auf englischen und amerikanischen Zeichnungen ist, den Maßsystemen dieser Länder entsprechend, durchgängig der Zoll die Maßeinheit.

Bei dem Millimeter als Maßeinheit sind möglichst ganze Maßzahlen einzuschreiben, also wenn irgend vermeidbar, nicht Maßzahlen wie 6,5 oder gar 6,83. Gewisse Konstruktionselemente, z B. Bleche, Zwischenlagen usw. erfordern allerdings solche Maßzahlen; zuweilen auch die Angabe von Luftzwischenräumen.

Größere Maße wird man sogar, wenn es ohne Nachteil möglich ist, auf 5 oder 10 oder Vielfache dieser Zahlen abrunden. Doch kann ich bei Durchmessermaßen der Zahl 5 oder ihren ungeraden Vielfachen nicht das Wort reden, da nicht immer bloß der Durchmesser, sondern oft auch, an anderer Stelle, der Radius zu messen und einzuschreiben ist, dieser aber bei 5 (oder einer anderen ungeraden Zahl) natürlich eine gebrochene Zahl ergibt, die ja, wie eben gesagt, tunlichst zu vermeiden ist.

Endlich ist bei den Maßzahlen Rücksicht zu nehmen auf Kaliber, Lehren, Dorne, Reibahlen, Bohrer usw., welche Rücksicht also besonders bei der Bemessung von Bohrungen und Zapfen in Betracht kommt.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß zuweilen Maßzahlen in einer Zeichnung geändert werden, so daß das Maß nicht mehr mit der gezeichneten Dimension übereinstimmt. In diesem Falle empfiehlt es sich, die geänderte Zahl zu unterstreichen, wodurch auf die genannte Abweichung aufmerksam gemacht wird.

δ) Die Maßangabe bei normalisierten Elementen (Nieten, Schrauben usw.).

Bei den normalisierten Elementen, deren genauere Erklärung auf S. 22 nachgelesen werden mag, vereinfacht sich die Maßangabe erheblich. Hier braucht in vielen Fällen in der Zeichnung nur durch eine bei dem Normalelement und in der Stückliste angebrachte Bemerkung auf die Nummer oder sonstige Bezeichnung des betreffenden Elementes in der entsprechenden Normaltabelle hingewiesen zu werden. In anderen Fällen genügt es, wenn außerdem noch einige Hauptmaße eingeschrieben werden.

Bei Nieten z. B. genügt die Angabe des Durchmessers und der Schaftlänge von Kopf zu Kopf.

Bei normalen Schrauben genügt der äußere Gewindedurchmesser (bei englischem Gewinde in Zoll, nicht in Millimetern!) die gesamte Schaftlänge und die Gewindelänge, wie Fig. 5 es zeigt.

Für ausführlichere Maßangabe sei für Niete auf Fig. 3 und 3a, für Schrauben auf Fig 4 und 4a verwiesen, wo Fig. 3 und 4 die richtigen, Fig. 3a und 4a die falschen bezw. unzweckmäßigen Angaben darstellen. Dem Anfänger sei ein gewissenhafter Vergleich dieser Beispiele und Gegenbeispiele dringend empfohlen.

Bei Fasson- oder Walzeisen, z. B. Winkeleisen genügt außer dem Längenmaß zur Bezeichnung des Querschnittes eine Angabe wie ⌊ 25 × 25 × 4, womit gleichschenkliges Winkeleisen von 25 *mm* Schenkellänge und 4 *mm* Schenkelstärke bezeichnet ist. Wird der Konstruktion eine bestimmte Normaltabelle zugrunde gelegt, so ist außerdem noch darauf zu verweisen, z. B. ⌊ DNP Nr. $2^1/_2$ (= Winkeleisen, deutsches Normalprofil Nr. $2^1/_2$.

Balken- oder andere Prismenquerschnitte werden häufig in folgender Weise angegeben: ▭ 200 × 300 = rechteckiger Querschnitt mit den Seiten 200 und 300 *mm*.

Bei Nutenkeilen genügt aber eine ähnliche Angabe nicht, sondern hier muß auch die Tiefe der zu fräsenden Nuten angegeben werden, wie es in Fig. 5 und 7 geschehen ist.

c) Die Materialandeutung.

Die Materialandeutung wird auf Konstruktionszeichnungen in zweifacher Weise bewirkt, durch Anlegen und Schraffieren. Zuweilen wird auch die Art des Materials durch einen schriftlichen Zusatz angegeben; doch das immer nur ausnahmsweise, wenn z. B. Zeit gespart werden soll oder das Schraffieren oder Anlegen sich aus irgend einem Grunde verbietet. Wohl aber empfiehlt es sich, wenn auf einer Zeichnung die auf S. 36 unter (3a) besprochene Stückliste angebracht wird, in dieser in einer besonderen Rubrik stets auch das Material jedes einzelnen Gegenstandes anzugeben. Das ist um so mehr angebracht, als die Materialandeutung, sowohl die durch Farben als auch die durch Schraffur nicht nach überall gleichen Regeln erfolgt.

Einige gebräuchliche Materialbezeichnungen sind in Fig 10 auf S. 32 übersichtlich zusammengestellt.

Ob Schraffur oder Farbe anzuwenden ist, richtet sich nach der Art und dem Zweck der Zeichnung und es ist nicht nötig, darüber Vorschriften zu geben, da solche im gegebenen Falle entweder vorliegen oder sich von selber ergeben.

Über die Ausführung der Schraffur, Weite der Linien, Strichstärke usw. ist bereits auf S. 21 das Nötige gesagt.

Hier noch ein paar Worte über das Anlegen. Zunächst sei noch einmal die Notwendigkeit guter Farben betont. Mit schlechten Farben kann auch der geschickteste Maler nicht immer eine gute, fleckenlose Koloratur herstellen.

Die Farbe darf nicht zu dick eingerührt werden, da sich besonders größere Flächen mit zu dicken Farben nur schwer fleckenlos anlegen lassen. Man lege, wenn man einen besonders kräftigen Ton erzielen will, lieber mit dünner Farbe zweimal an. Kleine Zeichnungen mit kleinen Flächen können mit kräftiger eingerührten Farben angelegt werden als große.

Beim Arbeiten selbst, besonders in großen Flächen, lege man die Zeichnung schräg, d. h. an einer Seite höher, dann nehme man mit dem Pinsel viel Farbe, die jedesmal umzurühren ist, und beginne mit dem Auftragen an der höchsten Stelle, von wo aus man die Farbe gleichmäßig und möglichst rasch gleichsam wegschwemmt nach der tiefer liegenden Seite. So erzielt man am besten fleckenlose Flächen, indem schon die Schräge der Zeichnung nirgends Farbansammlung erlaubt.

Es empfiehlt sich, besonders wenn verschiedene Teile aus demselben Material sich unmittelbar berühren, sogenannte Lichtränder an den oberen und linken Kanten zu lassen, so daß alle aneinander stoßenden Teile nicht bloß durch eine Konstruktionslinie, sondern auch noch durch einen nicht an-

Anleitung für die Materialangabe.

Schmiedeeisen
(Preußisch Blau)

Gußeisen
(Tusche und Neutraltinte)

Stahl
(Preußisch Blau und Karmin)

Stahlguß
(Wie bei Stahl, mit Neutraltinte)

Kupfer
(Karmin mit Zinnober)

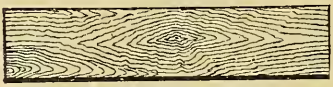
Messing
(Gummigutti)

Rotguß
(Zinnober mit Gummigutti)

Bronze
(Ungebrannte Siena)

Weißmetall
(Preußisch Blau mit Neutraltinte und ungebrannte Siena)

Langholz
(Ungebrannte Siena)



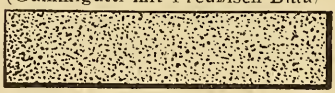
Stirnholz
(Gebrannte Siena)

Ziegelmauerwerk
(Karmin mit gebrannter Siena)

Bruchsteinmauerwerk
(Neutraltinte mit Preußisch Blau)

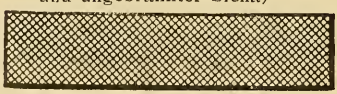
Beton
(Tusche mit Preußisch Blau)

Glas
(Gummigutti mit Preußisch Blau)



Hanf
(Ungebrannte Siena)

Gummi
(Gummigutti mit Preußisch Blau und ungebrannter Siena)



Leder
(Gebrannte Siena)

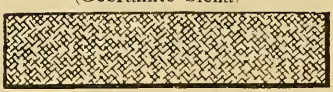


Fig. 10.

gelegten weißen Streifen getrennt werden. In Fig. 6 ist diese Manier dargestellt.

Plastische Deutlichkeit und farbige Materialangabe auch dann, wenn keine Schnitte anzulegen sind, erzielt man, wenn man alle Konturen des Gegenstandes mit schmalen, 1 bis 2 *mm* breiten Farbstreifen anlegt, rändert, und zwar so, daß immer die zu oberst liegenden Kanten und immer nur Material, d. h Gegenstand gefärbt ist. Auch diese Manier ist in Fig. 6 dargestellt.

Manche Konstrukteure wollen von dem Rändern nichts wissen, weil es zeitraubend sein soll. Aber die dafür aufgewendete Zeit ist wirklich nicht so groß und wird im Bureau noch dazu von billigen Kräften geliefert. Jedenfalls kann sie gegenüber der durch das Rändern erzielten Deutlichkeit und Anschaulichkeit, der obersten Anforderung an jede Zeichnung, nicht in Betracht kommen.

d) Der Maßstab.

Zwar mache ich bei jeder Art von Zeichnungen Angaben über den dafür zweckmäßigen und üblichen Maßstab, doch im Interesse der Übersichtlichkeit seien diese Angaben hier noch besonders zusammengestellt.

Auf jeder Zeichnung, die irgendwie für die praktische Ausführung in Betracht kommt und nicht für allgemeine Illustrationszwecke oder dergl. bestimmt ist, sollte der Maßstab, d. h. das Verhältnis der Zeichnung zur natürl. Größe angegeben werden. Das kann geschehen durch eine in die Augen fallende Aufschrift wie »natürl. Größe« oder »$^1/_5$ natürl. Größe« oder »Maßstab 1 : 5« oder auch durch eine bildliche Darstellung, wie in Fig. 11.

Für den Maßstab der einzelnen Zeichnungsarten, die unten noch erläutert werden, gilt folgendes:

Die freihändige Vorskizze braucht nicht unbedingt maßstäblich zu sein, doch empfiehlt sich ungefähre Maßstäblichkeit wenigstens bei gewissen wichtigen Partien.

Die Entwurfzeichnung und die eigentliche Werkstatt- oder Detailzeichnung soll, wenn irgend möglich, in natürlicher Größe ausgeführt werden. Es ist oft empfehlenswerter, für die einzelnen Ansichten, Grundriß, Aufriß, Seitenriß usw mehrere Blätter anzufertigen, als einen kleineren Maßstab zu wählen. Wird aber ein solcher vorgezogen, dann nie $^1/_2$ natürlicher Größe. Denn dieser Maßstab täuscht und läßt die natürlichen Dimensionen sehr schwer richtig schätzen. Gebräuchlich sind die Verhältnisse 1 : 2,5 oder 1 : 5 oder 1 : 10.

Die Gesamtzeichnung soll ebenfalls, sofern es auf einem einzigen Blatt möglich ist, denn mehrere Blätter sind

hier nicht ratsam, in natürlicher Größe ausgeführt werden. Andernfalls kommen auch hier die Verhältnisse 1:2,5 oder 1:5 oder 1:10 in Betracht.

Fundamentzeichnungen wird man kaum in natürlicher Größe ausführen, doch ist auch hier ein möglichst großer Maßstab nur im Interesse der Deutlichkeit. Passende Verhältnisse sind $^1/_5$ oder $^1/_{10}$ oder $^1/_{20}$.

Maß- und Dispositionszeichnungen, besonders die letzteren, können schon eher kleineren Maßstab haben, wobei wieder die Verhältnisreihe $^1/_5$, $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ gilt.

Als Hilfsmittel für das Zeichnen in kleinerem Maßstabe sind im Handel zu haben: Maßstäbe, auf denen die Maßeinheit, das Millimeter, gleich in dem Verkleinerungsverhältnis aufgetragen ist; ferner der sogenannte Storchschnabel, ein Zirkel, der für jedes Verkleinerungsverhältnis eingestellt werden und, auch beim Umzeichnen einer Zeichnung auf größeren oder kleineren Maßstab, direkt als Stechzirkel zum Abgreifen dienen kann. In Ermangelung beider leistet der Rechenschieber gute Dienste, indem der Index des Schiebers auf die Verhältniszahl (in Form eines Dezimalbruches) gestellt wird, so daß man mit dem Faden des Läufers jedes Maß gleich in der Umrechnung erhält. (Für den mit dem Rechenschieber Vertrauten genügt dieser Hinweis.)

e) Die schriftlichen Ausführungen auf der Konstruktionszeichnung.

Um eine Schriftart ist selbst der Anfänger selten verlegen. Es brauchen hier deshalb keine Schriftmuster, sondern nur einige allgemeine Grundsätze für das Beschreiben der Zeichnungen mitgeteilt zu werden.

Jede Konstruktionszeichnung soll enthalten

eine Überschrift, die an bevorzugter Stelle anzubringen ist;

eine Angabe über den Maßstab, häufig direkt unter der Überschrift; der Maßstab kann eventuell zeichnerisch dargestellt werden (Fig. 11);

dazu kommen meist noch Ort und Datum der Herstellung und der Name des Herstellers; beide Angaben untereinander in einer unteren Ecke (Fig. 6);

ferner eine Zeichnungsnummer und irgend welche Registraturzeichen, eventuell auch ein Hinweis auf die Zugehörigkeit des Blattes zu einer Serie; diese Angaben befinden sich meist in den oberen Ecken (Fig. 6);

weiter event. Bemerkungen irgend welcher Art, die noch ausdrücklich erläutern, was sich zeichnerisch nicht darstellen läßt. Man sei mit derartigen Bemerkungen nicht zu

sparsam, denn es läßt sich tatsächlich nicht immer alles zeichnen, was für die Ausführung zu wissen notwendig ist. Jedenfalls leistet schon eine ganz kurze Bemerkung, ja ein Wort oft ausgezeichnete Dienste. Natürlich dürfen derartige Bemerkungen sich nicht zu kleinen Abhandlungen auswachsen. Sie müssen so knapp wie möglich und in unaufdringlicher Schrift an geeigneten Stellen angebracht sein.

Endlich sind eigentliche Werkstattzeichnungen stets mit einer Stückliste zu versehen. Das Nähere darüber folgt in Abschnitt 3a »Detailzeichnungen«.

Immer sei die Schrift der Zeichnung angepaßt. Ein Satz, gegen den von Anfängern oft gefehlt wird, indem sie eine Zeichnung durch aufdringliche Schrift entstellen. (In unsern Abbildungen konnte mit Rücksicht auf die Raumverhältnisse die äußere Form nicht immer so gewahrt werden, wie es bei wirklichen Konstruktionszeichnungen möglich ist.) Auf der Zeichnung selbst sei die Schrift in der Größe wieder abgestuft je nach Wichtigkeit und Zweck des Geschriebenen.

3. Die verschiedenen Arten der Konstruktionszeichnung.

Im vorhergehenden habe ich das allen Arten der Konstruktionszeichnung Gemeinsame behandelt, im folgenden soll noch das jeder Art Besondere kurz hervorgehoben werden.

a) Die Detail- oder eigentliche Konstruktionszeichnung

hat ganz besonders den oben genannten Zweck, dem ausführenden Arbeiter eine in jeder Hinsicht erschöpfende Darstellung eines herzustellenden Gegenstandes zu sein. Sie muß völlig erschöpfende Auskunft geben über Größe, Form, Material des dargestellten Gegenstandes, so daß es tatsächlich möglich ist, den Gegenstand ohne weiteres danach anzufertigen. In welcher Weise diese erschöpfende Darstellung in der Hauptsache bewirkt wird, ist im vorhergehenden ausführlich beschrieben worden; hier noch einige Eigenheiten der Detailzeichnung.

Der Maßstab sei, wenn irgend möglich, natürliche Größe (vergl. S. 33).

Es ist üblich, auf der Detailzeichnung anzugeben, was bearbeitet werden oder auch an welchen Stellen am Gußmodell für die Bearbeitung zugegeben werden soll. Diese

Stellen werden zweckmäßig durch rote Linien (auch wohl kleine rote Kreuze) nach der zu bearbeitenden Seite hin gekennzeichnet, wie Fig. 6 veranschaulicht. Die Stärke der Zugabe wird meist dem Ermessen des Modelltischlers überlassen, nur wenn besonders reichliche Zugabe gewünscht wird, dann wird es nahe der roten Bearbeitungslinie schriftlich vermerkt. Soll ein Stück ganz bearbeitet werden, so spart man die roten Bearbeitungslinien und schreibt einfach an auffälliger Stelle der Zeichnung: »Allseitig bearbeiten!«

Sehr zu empfehlen ist es, Details, die mit dem gerade Dargestellten in Verbindung stehen, mit den angrenzenden Umrissen anzudeuten, etwa durch strichpunktierte Linien in gleicher Stärke wie die Konturen der Hauptzeichnung. Solche, vom Konstrukteur leicht einzuzeichnenden Umrisse lassen später, ähnlich wie die Entwurfszeichnung zu Anfang, wichtige Zusammenhänge, die sonst erst umständlich festgestellt werden müssen, ohne weiteres und jederzeit erkennen. (Siehe Fig. 7.)

Das auf S. 30 erwähnte Unterstreichen geänderter Maße, die nicht mehr mit den gezeichneten Dimensionen in Einklang sind, ist bei Werkstattzeichnungen besonders angebracht.

Über die Darstellung normalisierter Elemente, wie Schrauben, Niete, Ölgefäße usw. ist das zu Beachtende bereits auf S. 22 gesagt, und sei nachdrücklich darauf verwiesen.

Erwähnt sei noch, daß es üblich ist, gewisse gleichartige Details einer Maschine, z. B. Schrauben, Schmiede-, auch wohl Gußteile, zusammen auf ein Blatt zu zeichnen.

Besonders empfohlen, weil viel zeitraubendes Suchen und Irrtümer ersparend, sei die sogenannte Stückliste, wie sie in Fig. 6 und 7 dargestellt ist. Diese Liste soll zunächst jedes, auch das kleinste Detailstück des nach der betreffenden Zeichnung anzufertigenden Gegenstandes einzeln aufführen, ganz gleich, ob ein Detailstück im eigenen Betriebe hergestellt oder fertig von auswärts bezogen wird. Dann soll sie vor allem angeben Stückzahl und Material aller Detailstücke und etwaige Modellnummern. Dazu kommen Bemerkungen darüber, ob ein Detailstück vorrätig ist oder ob ein anderes fertig von auswärts zu beziehen ist usw.

An die Stückliste gewöhne sich auch bereits der Schüler, schon um Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt zu erlernen. Die Anbringung sonstiger Listen wird dann später im Bureau leicht erlernt, wie auch sonstige Variationen und Gebräuche bei der Herstellung von Werkstattzeichnungen.

b) Die Zusammenstellungs- oder Gesamtzeichnung, nicht zu verwechseln mit der Entwurfszeichnung, auch nicht mit solchen Gesamtzeichnungen, wie sie meist bei Offerten verwendet werden, hat den Zweck, ein Gesamtbild einer Maschine, so wie sie wirklich ausgeführt werden soll, zu geben.

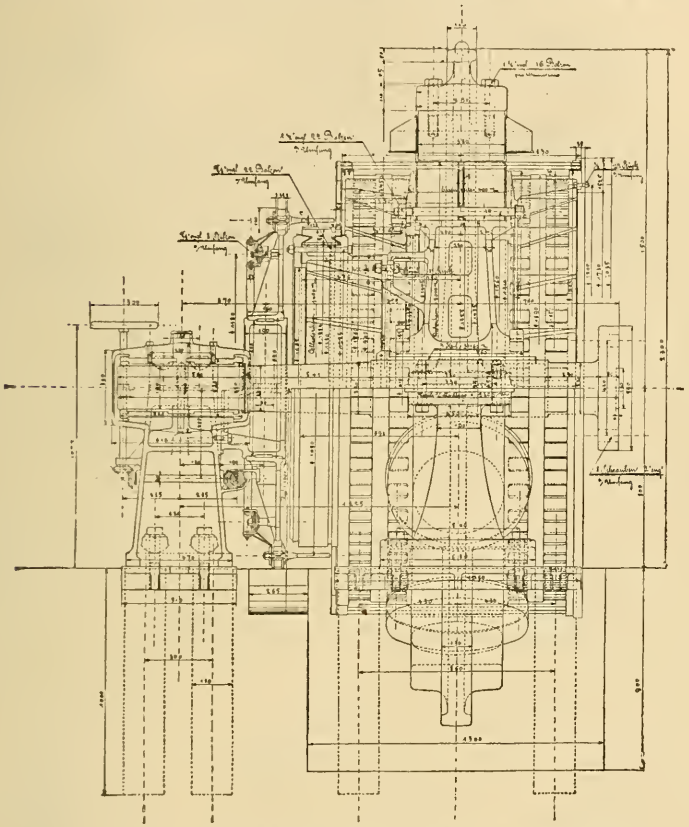


Fig. 11a. Gesamtzeichnung einer Dynamomaschine (Gegenbeispiel).

Zugleich soll sie als Montagezeichnung dem Arbeiter den Zusammenbau der verschiedenen Elemente zur Maschine erleichtern. Sie ist nach Fertigstellung sämtlicher Detailzeichnungen genau nach diesen, und zwar nach den eingeschriebenen Maßen, aufzuzeichnen. Sie soll möglichst jedes, wenigstens jedes selbständige Detail erkennen lassen. Da soll weder Transportöse noch Ölgefäß fehlen.

Und von all diesen Details empfiehlt es sich, auf der Gesamtzeichnung eine Stückliste anzubringen, worin bei

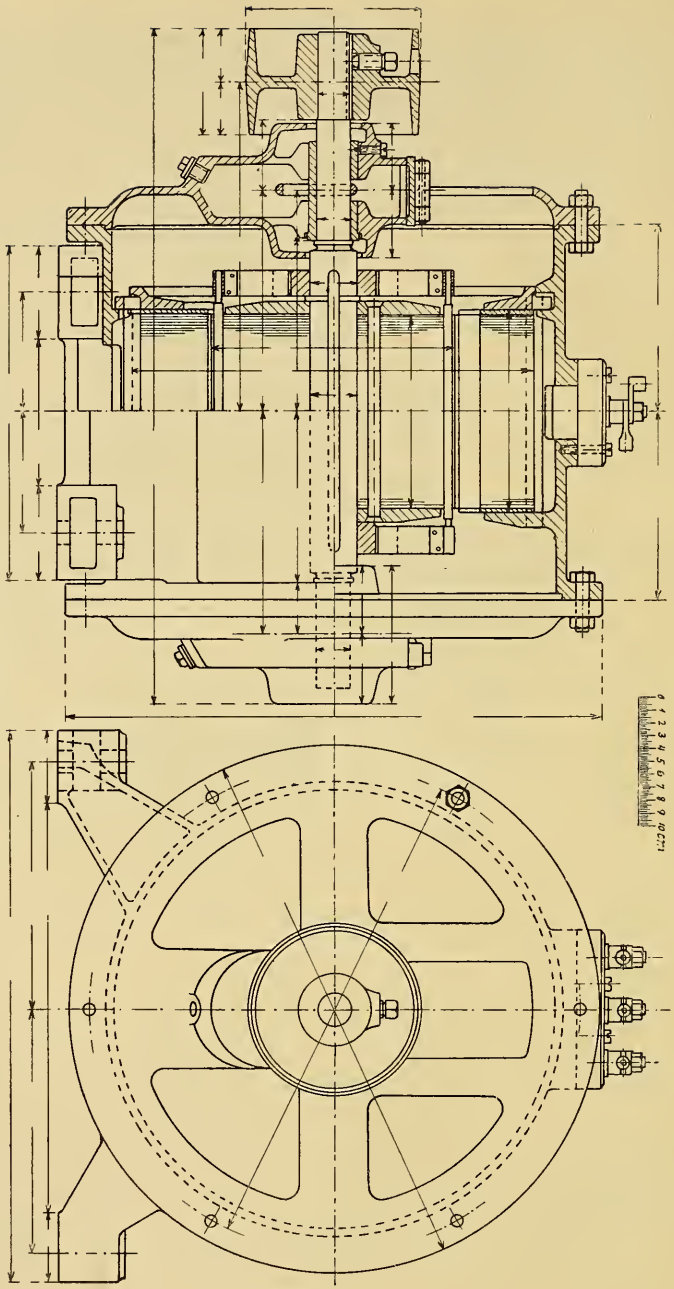


Fig. 11. Gesamtzeichnung. (Drehstrommotor von Kolben & Co., Prag).

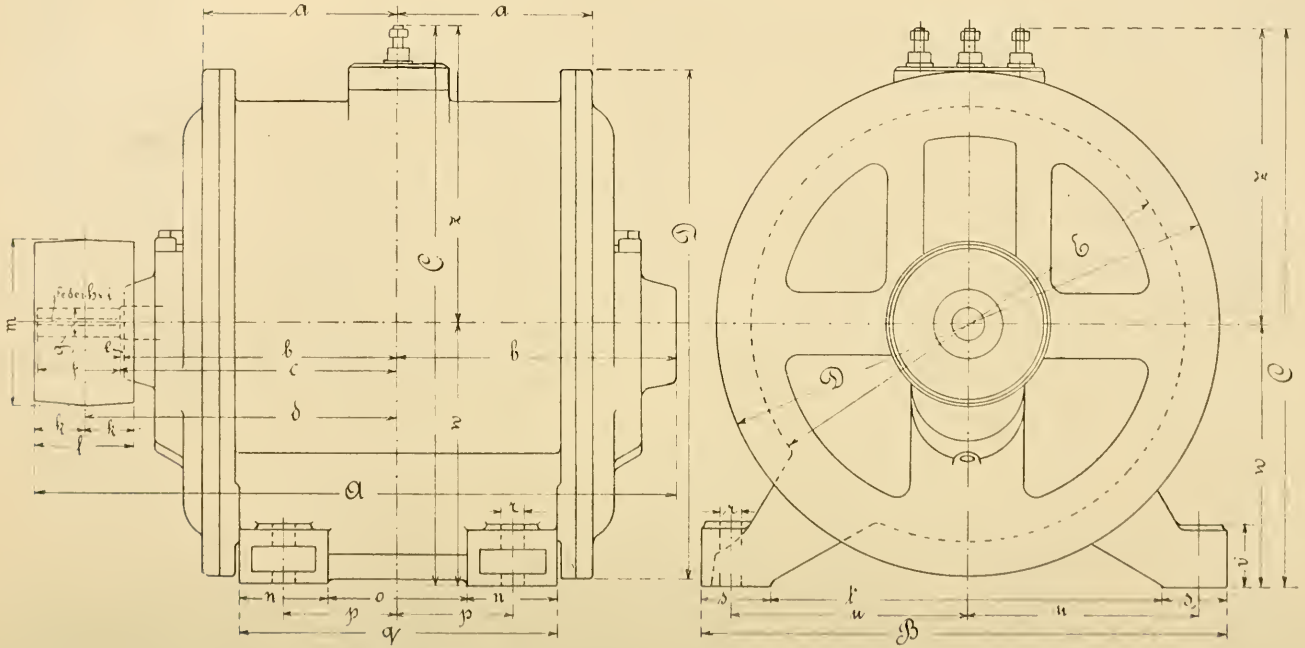


Fig. 12. Maßzeichnung. (Drehstrommotor von Kolben & Co. Prag.)

jedem Detail auf die Zeichnungsnummer der Detailzeichnung hingewiesen ist. (In unserer Abb. 10 ist diese Stückliste aus Rücksicht auf die Raumverhältnisse weggelassen.)

Von Maßen brauchen auf der Gesamtzeichnung nur die für den Zusammenbau der Maschine wichtigen und gewisse Haupt- und Außenmaße eingetragen zu werden. Es sei in dieser Hinsicht auf Fig. 11 verwiesen.

Der Maßstab sei möglichst natürliche Größe oder $^1/_5$, $^1/_{10}$ usw.

c) Die Fundamentzeichnung.

Größere bewegte Maschinen erfordern als Aufstellungsort ein besonderes Fundament aus Mauerwerk, Beton oder dergl. Für dieses Fundament ist ebenfalls eine Ausführungszeichnung als Anleitung besonders für den Maurer und Maschinenmonteur anzufertigen. Und zwar muß diese Zeichnung genau Aufschluß geben über Material, Form, Maße des Fundaments, kurz muß dieses genau so behandeln, wie die Werkstatt-Detailzeichnung irgend einen Maschinenteil. Besonders wichtig ist die genaue und ausführliche Maßangabe für alle Löcher und Öffnungen für Fundamentanker, Steinschrauben usw., sowie für die Auflagestellen der Maschine auf dem Fundament.

Die aufzustellende Maschine wird höchstens in den äußersten Umrissen angedeutet; am wichtigsten sind natürlich die Umrisse, die für die Form des Fundamentes maßgebend sind, insbesondere also die Umrisse von Fundamentplatten, Lagerfüßen und dergleichen.

Da die Fundamentzeichnung auch in die Hände von Leuten kommt, die mit Zeichnungen nicht immer besonders vertraut sind, so spare man auf derselben mit erläuternden Bemerkungen noch weniger als bei Maschinen-Detailzeichnungen, vermerke insbesondere bei Schnitten in der auf S. 5, Kapitel III, Abschnitt 2 erläuterten Weise, wie sie gedacht sind.

Bei der Dimensionierung des Fundaments ist zu beachten, daß alle Mauerwerksabmessungen Vielfache der drei Dimensionen des Normalziegels, $6{,}5 \times 12 \times 25$ *cm* sein sollen; für Fugen sind dabei 10 bis 12 *mm* zu rechnen. Es sind also folgende Mauerstärken einzuhalten:

1 Stein stark 250 *mm*
$1^1/_2$ » » $250 + 10 + 120 = 380$ *mm*
2 » » $250 + 10 + 250 = 510$ »
$2^1/_2$ » » $250 + 10\,(\text{Fuge}) + 120 + 10\,(\text{Fuge}) + 250 = 640$.

Auf 1 *m* Höhe rechnet man etwa 13 Steine flach übereinander.

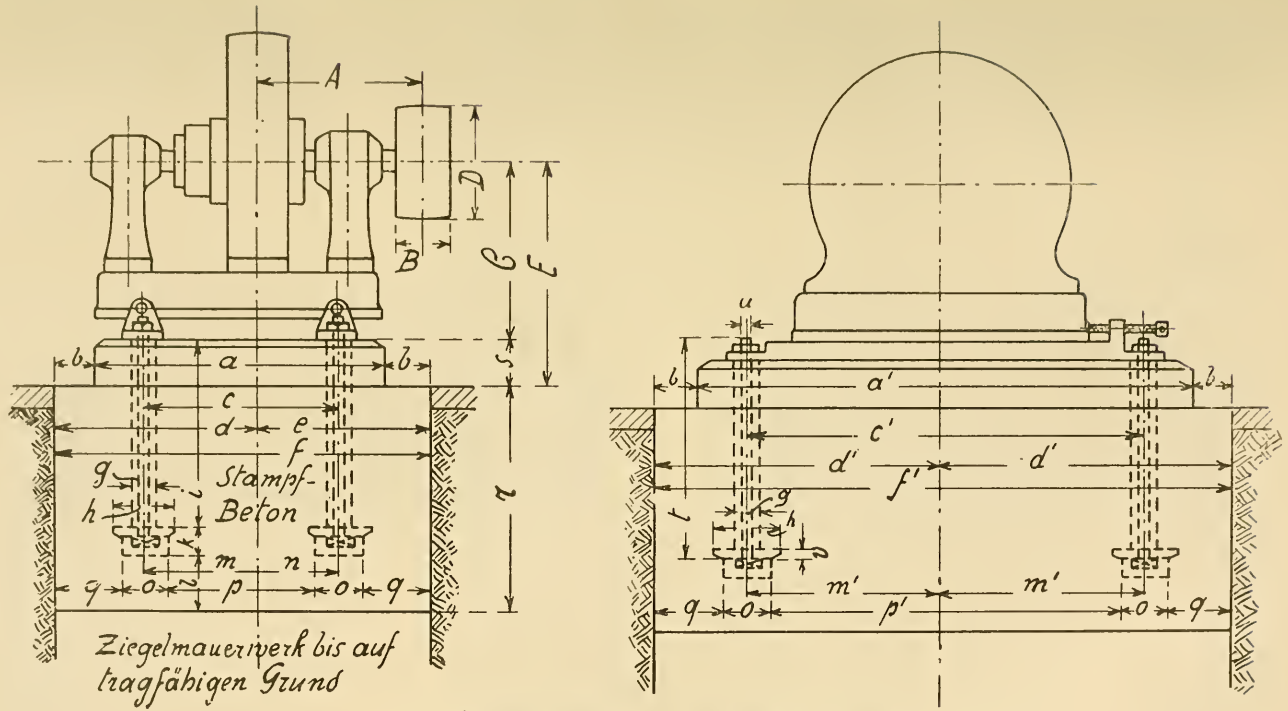


Fig. 13. Fundamentzeichnung (für eine Dynamomaschine).

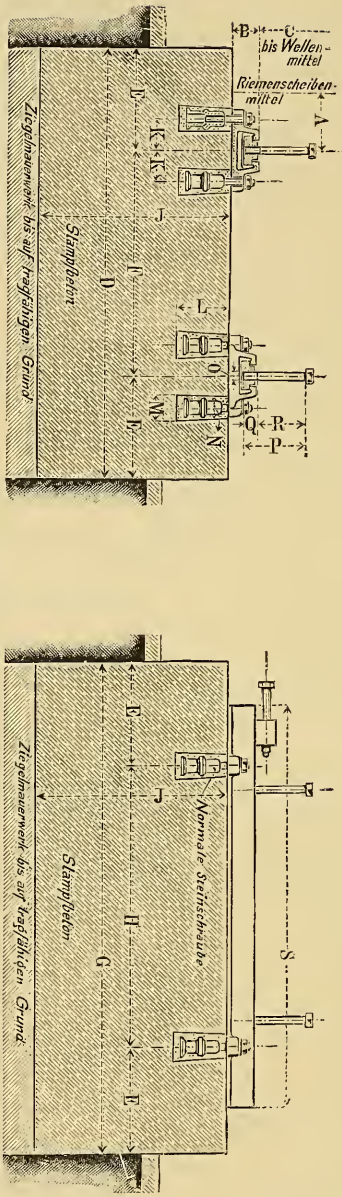


Fig. 14. Fundamentzeichnung (Siemens-Schuckert Werke, Wien).

Als Maßstab für Fundamentzeichnungen kommen je nach Größe der Maschine in Betracht die Verhältnisse $^1/_5$, $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$. Natürliche Größe wird kaum einmal erforderlich sein. Anderseits ist $^1/_{100}$ schon ein recht kleiner und möglichst nicht mehr zu verwendender Maßstab.

d) Die Maßskizze

ist hauptsächlich für den Käufer von Maschinen bestimmt. Sie soll diesem Aufschluß geben über das allgemeine Aussehen und über die Hauptabmessungen, insbesondere über die größte Länge, Breite und Höhe der ganzen Maschine; auch über die Abmessungen derjenigen Elemente der Maschine, mit denen diese aufgestellt, montiert, wird, z. B. der Fundamentplatte oder des Fußes; ferner über die Lage der Hauptachse, über die Lage und Abmessungen der Übertragungselemente, wie Riemenscheiben, Zahnräder, Kupplungen usw. Sie kann also eigentlich kaum mehr als Konstruktionszeichnung bezeichnet werden. Wenn sie trotzdem hier aufgeführt wird, so geschieht das hauptsächlich deshalb, weil sie meist vom Konstrukteur und im Anschluß an die Konstruktionszeichnung angefertigt wird, was zum Teil auch für die gleich noch zu beschreibende Dispositionszeichnung gilt.

Die Art der Ausführung der Maßskizzen dürfte am leichtesten und sichersten aus den Beispielen (Fig. 12 und 16) hervorgehen.

Oft werden Maßskizzen in Tabellenform ausgeführt, indem für eine bestimmte Type, d. h. eine ganze Reihe ähnlicher Maschinen, nur ein Bild angefertigt wird, in dem die Maßzahlen durch Buchstaben ersetzt sind, während eine Tabelle die auf die Buchstaben bezogenen Maßzahlen enthält (S. 47).

Der Maßstab der Maßskizzen ist meist $^1/_5$, $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ natürlicher Größe.

e) Die Dispositionszeichnung.

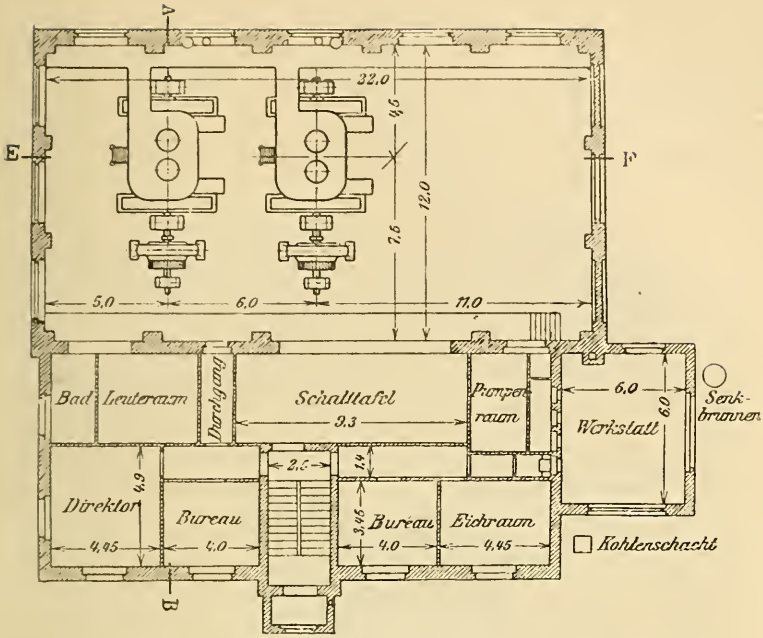
Es sind eigentlich zwei Arten von Dispositionszeichnungen zu unterscheiden. Nämlich Dispositionszeichnungen, die wie die Maßskizzen zur Information der Käufer, besonders ganzer Maschinenanlagen dienen, und Dispositionszeichnungen, die wie die Fundamentzeichnungen hauptsächlich für den Monteur bestimmt sind. In beiden Fällen geben sie Aufschluß über Aufstellung und Anordnung von Maschinen oder auch Maschinenelementen, wie Rohrleitungen (Rohrpläne), elektrischen Leitungen (Leitungspläne). Und zeichnerisch sind beide Arten gleich zu behandeln. Beide sollen alle Elemente einer Anlage so weit wiedergeben, als für die Beurteilung der Aufstellung und Anordnung notwendig ist, sollen insbesondere erkennen

lassen, welchen Platz eine Maschine beansprucht, welcher Raum für die Bedienung einer Maschine notwendig ist, wie etwaige Transmissionen angeordnet sind, wie Dampf- oder Wasser- oder Druckluft- oder elektrische oder sonstige Leitungen verlaufen.

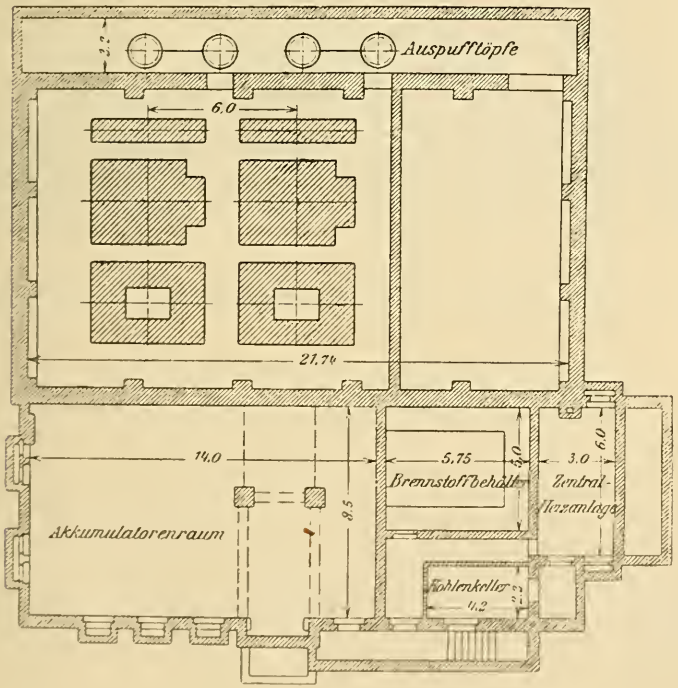
Überflüssige Details sind zu vermeiden, dagegen braucht mit kurzen erläuternden Bemerkungen nicht gespart zu werden.

Während die für den Abnehmer bestimmte Dispositionszeichnung gar keine oder doch nur die wichtigsten Hauptmaße zu enthalten braucht, ähnlich wie die Maßskizze, muß die für den Monteur bestimmte alle für die Aufstellung, Montage, erforderlichen Maße enthalten, ähnlich wie die Fundamentzeichnung, z. B die Abstände von Wellen, die Lage von Maschinenhauptachsen usw.

Alle möglichen Spezialfälle von Dispositionszeichnungen können im Rahmen dieser Arbeit natürlich nicht erörtert werden, und die allgemeine Ausführung dürfte aus dem Gesagten, besonders aber aus dem beigegebenen Beispiele (Fig. 15) hervorgehen.



Grundriß (Maschinenraum).



Grundriß (Kellergeschoß).

Fig. 15 Dispositionszeichnung (Elektrizitätswerk Friedenau).

IV. Über Vorlagen.

Für die konstruktive Durchbildung von Maschinen und Maschinenelementen stehen dem Konstrukteur zahlreiche Vorlagen und sonstige Veröffentlichungen zur Verfügung. Und solche sind dem Anfänger, der gute Konstruktionen aus Mangel an Erfahrung noch nicht aus sich selber geben kann, auch durchaus notwendig und zu empfehlen. Aber nicht dringend genug kann der Anfänger davor gewarnt werden, Vorlagen nachzuzeichnen, ohne sie verstanden zu haben. Wie der fertige Konstrukteur imstande sein muß, jede Einzelheit des in seinem Kopfe entstandenen Gedankenbildes zu zeichnen, so muß der Anfänger zunächst danach trachten, eine Zeichnung zu verstehen, den gezeichneten Körper mit allen Einzelheiten sich vorstellen zu lernen. Also nicht eher darf er seine Vorlage abzeichnen, als bis er sie sich in allen Teilen plastisch vorgestellt hat.

Ich möchte hier noch auf eine Art Vorlagen hinweisen, die einmal gut geeignet sind, dieses Vorstellungsvermögen zu bilden, zum anderen den Vorzug haben, daß sie billig und leicht zu beschaffen sind; ich meine die Illustrationen im Annoncenteil technischer Zeitschriften. Ich habe mir davon in wenigen Jahren eine umfangreiche Sammlung verschafft, von der ich nicht bloß auf der Schule, sondern auch immerwährend in der Praxis großen Nutzen gehabt habe, indem sie mir, leicht übersehbar, manche konstruktive Anregung gegeben hat.

Im folgenden sind einige derartige Abbildungen, einige der wichtigsten Maschinenelemente darstellend, wiedergegeben.

Anhang.

Perspektivische Abbildungen von Maschinenelementen.

Ausführungen der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G., Dessau.

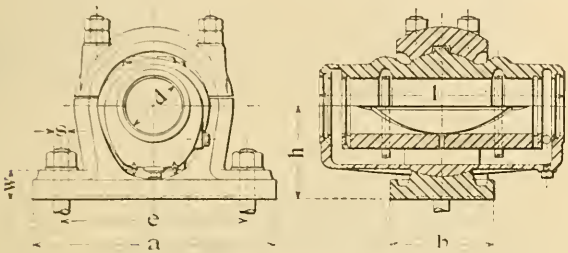


Fig. 16. Sellers-Sparlager (Maßzeichnung).

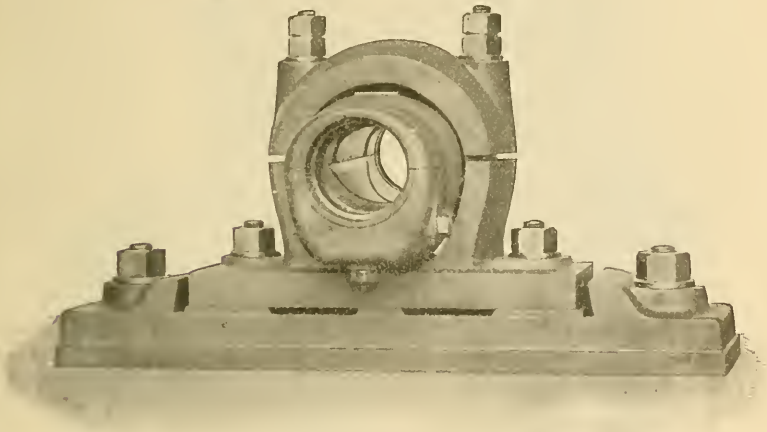


Fig. 17. Sellers-Sparlager (Schaubild).

Bohrung des Lagers *d* mm	Länge der Schale *l* mm	Lagerhöhe *h* mm	Fußplatte Länge *a* mm	Fußplatte Breite *h* mm	Fußplatte Stärke *w* mm	Lagerfuß-Schrauben Entfg. *e* mm	Lagerfuß-Schrauben Dchm. *s* mm	Gewicht kg	
30 - 35	150	80	190	75	23	140	13	8	
40 - 45	200	90	220	90	25	166	13	12	
50 - 55	240	100	260	105	30	200	16	18	
60 - 65	280	110	310	125	35	230	20	27	
70 - 80	330	130	350	140	40	260	23	43	
85 - 95	390	150	400	165	50	300	26	67	
100 - 110	460	180	450	190	50	340	29	98	

BOST PUB LIBR

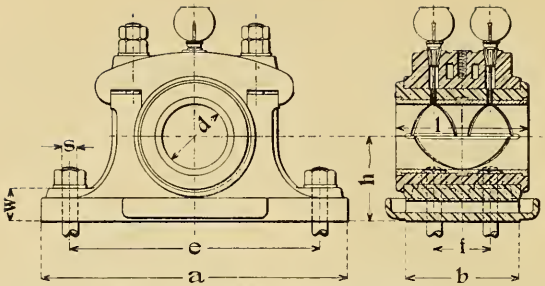


Fig. 18. Stehlager (Maßzeichnung).

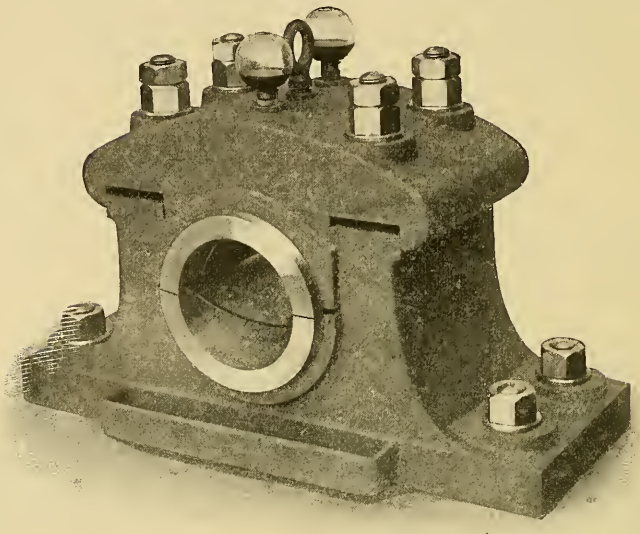
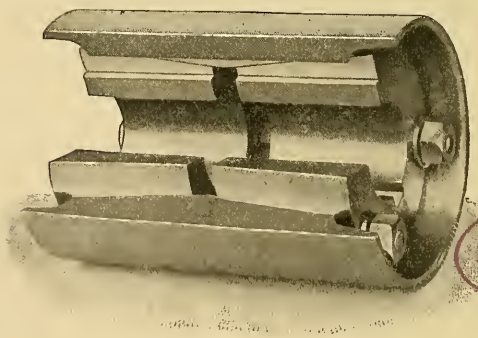


Fig. 19. Stehlager (Schaubild).



BOSTON PUBLIC LIBRARY

Fig. 20. Sellers-Kupplung.

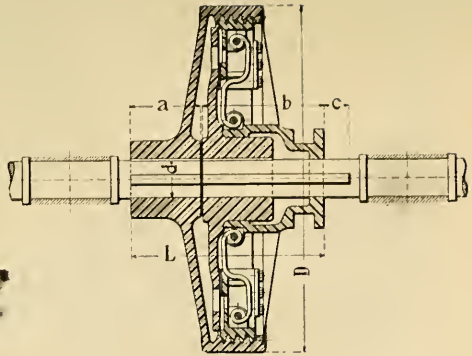


Fig. 21.
Reibungskupplung nach Dohmen-Leblanc (Maßzeichnung).

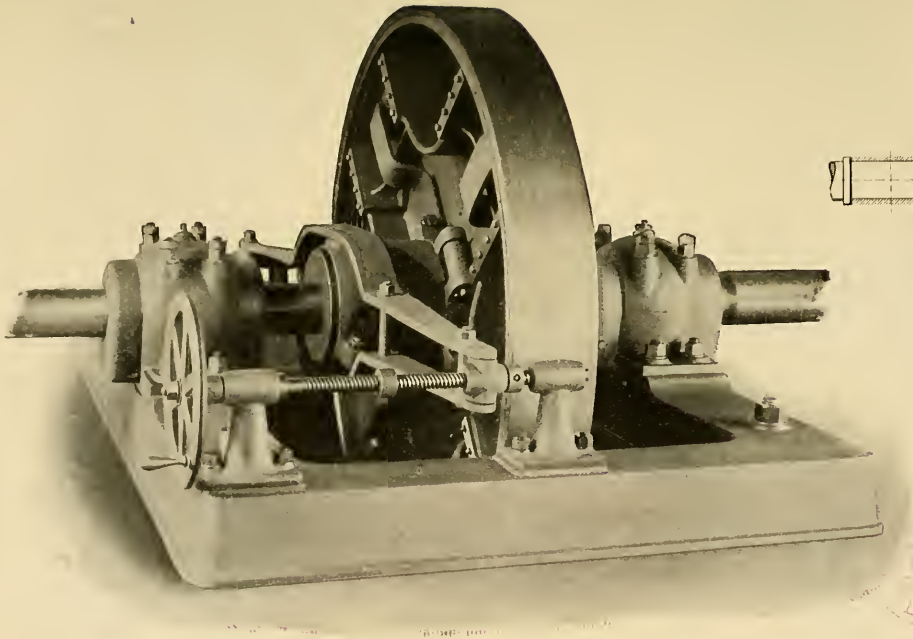


Fig. 22. Reibungskupplung nach Dohmen-Leblanc (Schaubild).

Ausführungen der Maschinenfabrik von Carl Rüttger, Berlin.

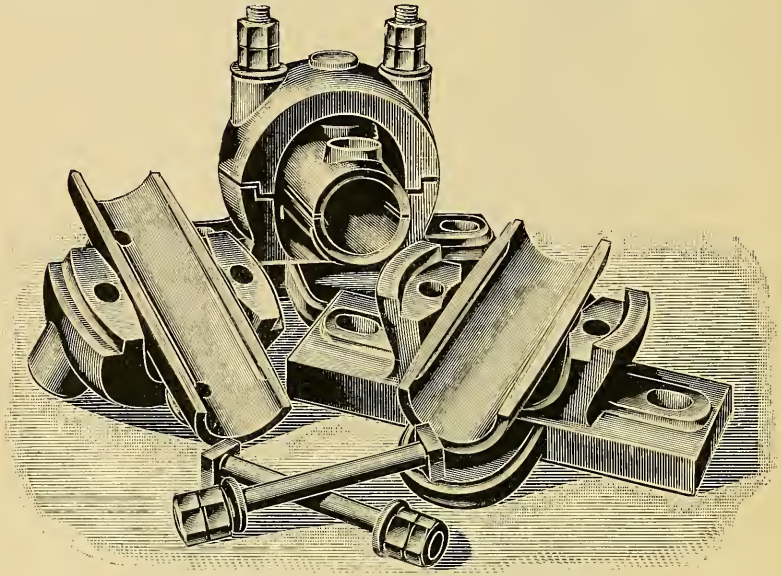


Fig. 23. Sellers-Stehlager.

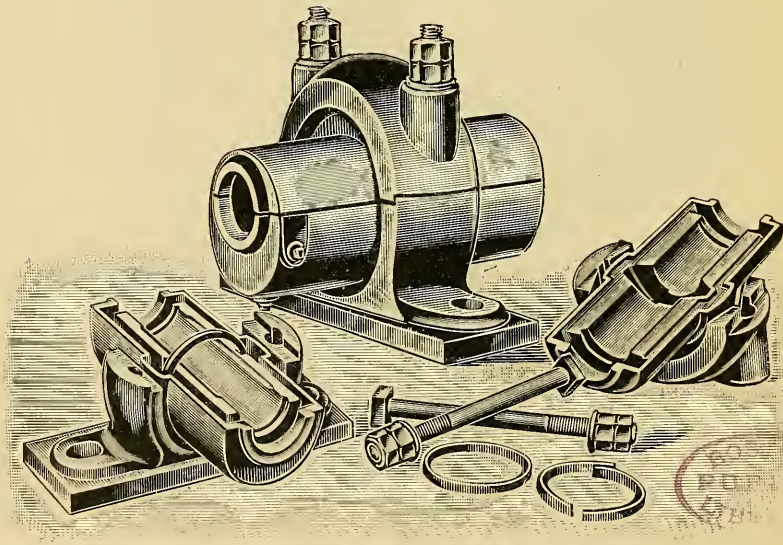


Fig. 24. Sellers-Lager mit Ringschmierung.

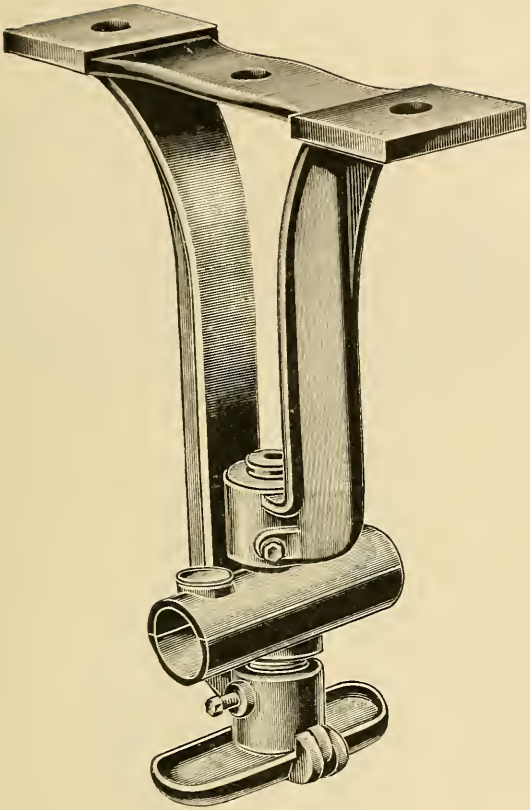


Fig. 25. Hängelager.

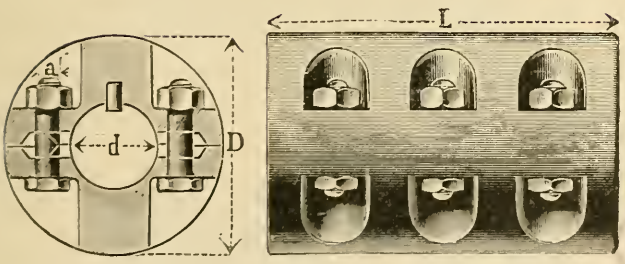


Fig. 26. Klemmkupplung nach Reiche.

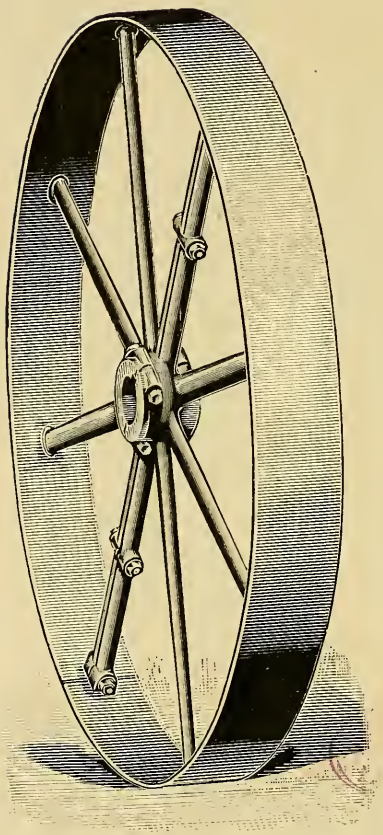


Fig. 27. Geteilte Riemenscheibe.

Ausführungen von Friedrich Stolzenberg & Co., Reinickendorf-Berlin.

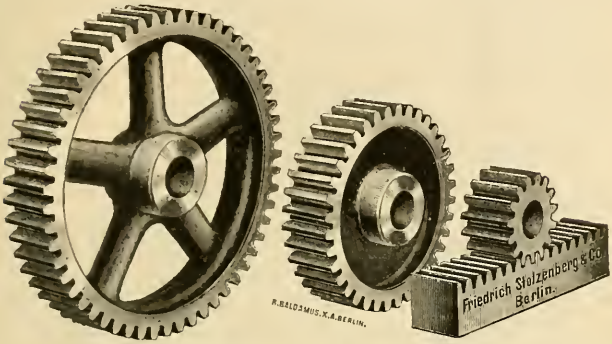


Fig. 28. Stirn- und Zahnstangen-Getriebe.

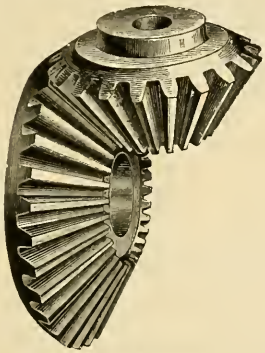


Fig. 29. Kegelräder.

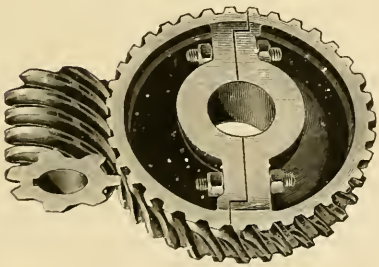


Fig. 30. Schneckengetriebe.

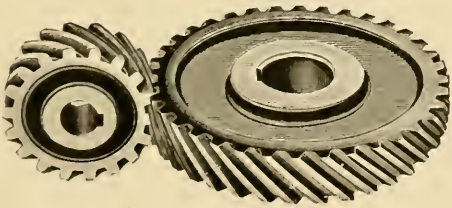


Fig. 31. Schraubenräder.

Ausführungen der Maschinenfabrik von Vogel & Schlegel, Dresden-Plauen.

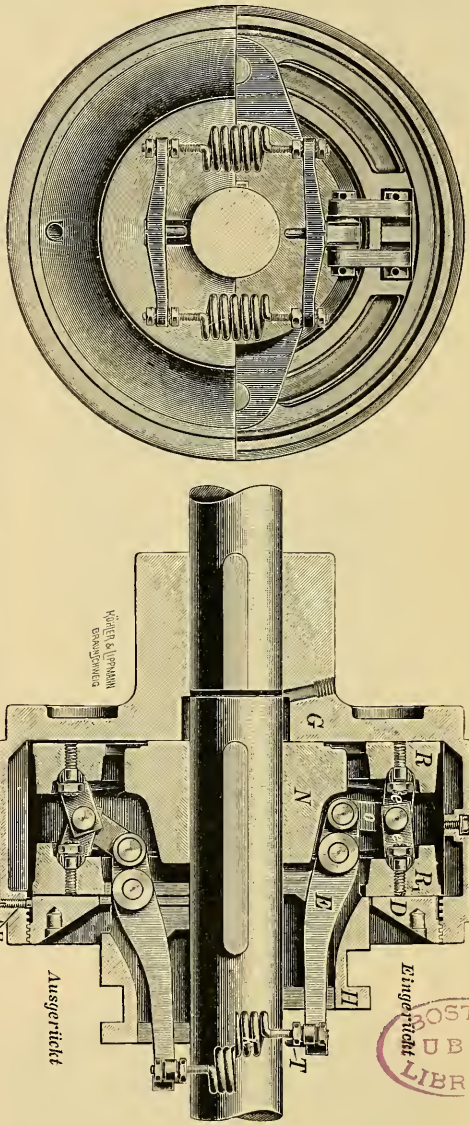


Fig. 32. Reibungskupplung nach Benn.

BOSTON PUBLIC LIBRARY

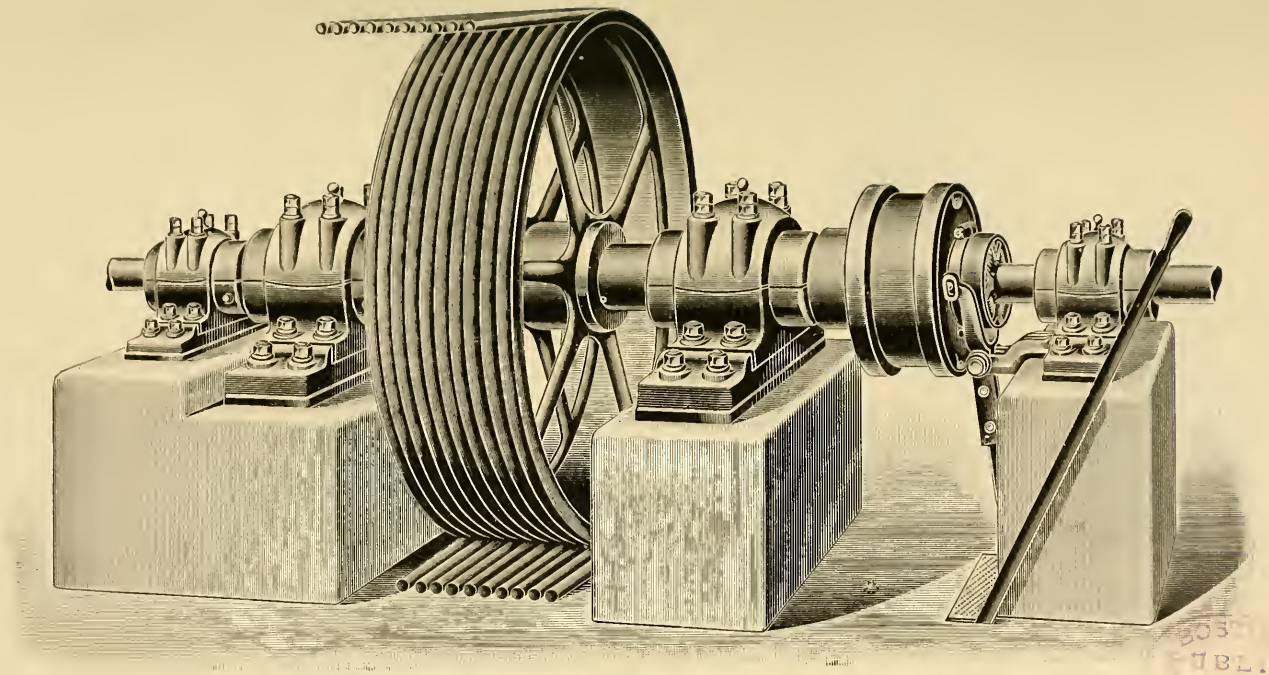


Fig. 33. Seilscheibe und Reibungskupplung auf hohler Welle.

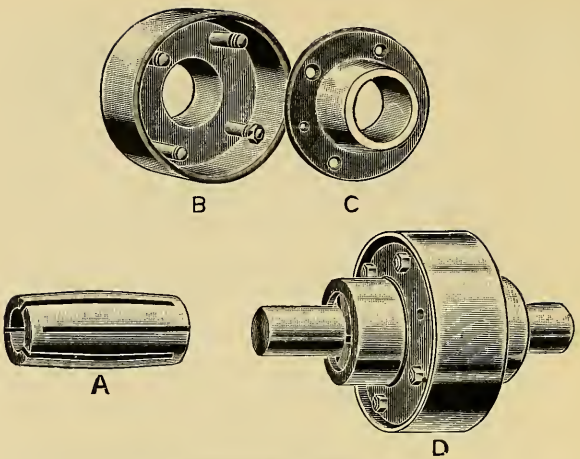


Fig. 34. Klemmkupplung nach Shaw.

Schlußwort.

Damit wäre der Kreis der Aufgaben, die sich das Büchlein gestellt hat, umschritten. Und bleibt nur noch die Hoffnung auszusprechen, daß die Arbeit ihr Teil dazu beitragen möge, daß das Konstruktionszeichnen so gewissenhaft und sorgfältig erlernt werde, wie es als wichtigstes Hilfsmittel des Technikers verdient.

Carl Eckert Sohn & Cº
Reisszeugfabrik, NÜRNBERG
gegründet 1833 Schutz-Marke.

Verlag von Hachmeister & Thal,
: : Leipzig, Inselstr. 20. : :

Hilfsbuch für Elektropraktiker

Von **H. Wietz** und **C. Erfurth**

Siebente, wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage

In 2 Bänden

Bd. I. **Schwachstrom**

Mit 213 Abbildungen im Text und Sachregister.

Bd. II. **Starkstrom**

Mit 245 Abbildgn. im Text, 2 Tafeln, Eisenbahnkarte und Sachregister.

Jeder Band einzeln gebunden Preis M. 2.50.

Beide Teile zusammen elegant in Taschenbuchformat gebunden M. 4.50.

Zeichenpapier
Pauspapier
Lichtpauspapier
Lichtpausapparate
Briefpapier
Kopierpapier
Löschpapier
Briefumschläge

nur beste Qualitäten bei mäßigem Preise. Vorteilhafte Bezugsquelle für den Export.

Carl Roscheck, Düren (Rheinland).

Präzisions-
Reisszeuge
(Rundsystem)
Clemens Riefler

Paris 1900 — St. Louis 1904
Lüttich 1905
GRAND PRIX

Fabrik mathematischer Instrumente
Nesselwang und München
Gegründet 1841.

Illustrierte Preisliste gratis.

Die echten Rieflerzirkel und Reisszeuge sind mit dem Namen „RIEFLER" gestempelt.

Boston Public Library
Central Library, Copley Square

Division of
Reference and Research Services

Fine Arts Department

The Date Due Card in the pocket indicates the date on or before which this book should be returned to the Library.

Please do not remove cards from this pocket.

sten zu schmieren.

Diese vorstehenden Marken sind sämtlich schon in Stücken von 5 Pfg. ab wie auch in jeder anderen gewünschten Preislage in jedem besseren Schreib- und Zeichenwarengeschäft erhältlich.

3 9999 05496 800 1

R. Reiß, Liebenwerda, Provinz Sachsen

Auszeichnungen: 3 goldene, 1 silberne Medaille.

Königlicher Hoflieferant

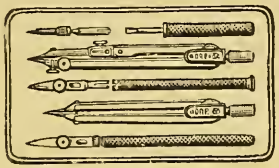
Auszeichnungen: 2 Ehrendiplome als höchste Auszeichn.

Größtes und ältestes Spezial-Versandhaus

für

sämtliche Zeichenmaterialien.

Reißzeuge sowie einzelne Teile aller Systeme



Ia Referenzen.

Rechenschieber, Maßstäbe pp. aller Art

Reißschienen und Winkel

Reißbretter :: :: :: :: ::
:: :: :: :: Zeichentische

Tuschen, Farben :: :·

Blei- u. Farbstifte

Schreib- :: :: ::
:: materialien

Ia Qualitäten.

Lichtpausapparate :: :: für elektrische sowie Tagesbelichtung

Lichtpaus- und ::
:: :: :: Pauspapiere

Zeichenpapiere :: :: ::
:: :: :: :: :: :: Pausleinen

Neuheiten:

Zeichentische mit verstellbarem Reißbrett und Parallelschienenführung

Zeichnungs-Aufbewahrungsschränke

Jubiläums-Katalog mit über 1750 Abbildungen ✦ frei und unberechnet. ✦